Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. S. Weller

Funktionelle Veränderungen der Halswirbelsäule nach Verletzungen

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard - Karls - Universität
Tübingen

vorgelegt von
NORBERT BOMMER
aus Leonberg

1984

UNIV.
MICHIGAN
LIBR.

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. S. Weller

Funktionelle Veränderungen der Halswirbelsäule nach Verletzungen

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard - Karls - Universität
Tübingen

vorgelegt von
NORBERT BOMMER
aus Leonberg

1984

Dekan:	Professor Dr. H. D. Waller
1. Berichterstatter:	Professor Dr. S. Weller
2. Berichterstatter:	Professor Dr. H. Mau

---

gedruckt bei H.- J. Köhler · Reprografischer Betrieb · Tübingen

Bei der Ausführung dieser Arbeit wurde ich von vielen Seiten hilfreich unterstützt.

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Professor Dr. med. S. Weller für die Überlassung des Themas und die große Unterstützung durch Bereitstellung der Röntgeneinrichtung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen zur Nachuntersuchung der Patienten.

Herrn Dr. med. H. Bilow (Leitender Arzt der Abteilung für Querschnittgelähmte an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen) für seine Beratung und Unterstützung bei der Durchführung der Nachuntersuchung und der Arbeitsmethodik.

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsübersicht Seite:

I.		Einleitung	1
	1.	Die gesunde Halswirbelsäule Anatomie und Funktion	2
	2.	Die Verletzung der HWS und Ihre Behandlung	6
	2.1	Der Verletzungshergang	6
	2.2	Extensionsbehandlung mit der Crutschfield-Klammer	8
	2.3.1	Überblick über die operativen Methoden	9
	2.3.2	Operationsindikationen	11
II.	3.1	Methodik	12
	3.1.1	Patientengut	12
	3.1.2	Klinische Untersuchung	12
	3.1.3	Röntgenologische Untersuchung	15
	3.1.4	Normalwerte	17
	3.1.5	Erhebung der Patientendaten	21
III.	3.2	Ergebnisse	24
	3.2.1	Vorbemerkung	24
	3.2.2	Darstellung des Patientenguts	24
	3.2.3	Darstellung der HWS-Verletzungen	38
	3.2.4	Darstellung der Beweglichkeit der verletzten HWS	40
IV.		Diskussion	70
V.		Zusammenfassung	78
VI.		Literaturverzeichnis	79

I. Einleitung

Die Behandlung von Wirbelkörperfrakturen und Luxationen der Halswirbelsäule erfolgt in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen rein konservativ.
In allen nachuntersuchten Fällen wurde primär vollständige Stabilität der verletzten Halswirbelsäule erzielt.

Die operative Repsosition und Stabilisierung der verletzten Halswirbelsäule mit Osteosynthesematerial bedeutet besonders für den Tetraplegiker mit seinen internistischen Störungen eine beträchtliche Belastung für den Allgemeinzustand. Außerdem führt eine operative Fixierung der Halswirbelsäule über mehrere Segmente, wie sie noch häufig praktiziert wird, zu einer weiteren funktionellen Einbuße außerhalb des gelähmten Bereichs.

Die vorliegende Arbeit soll die funktionellen Ergebnisse der konservativen Behandlung bei nachuntersuchten Patienten mit Halswirbelsäulenverletzungen darstellen.

1. Die gesunde Halswirbelsäule

Anatomie und Funktion
(nach Rohen 37 und Waldeyer 43)

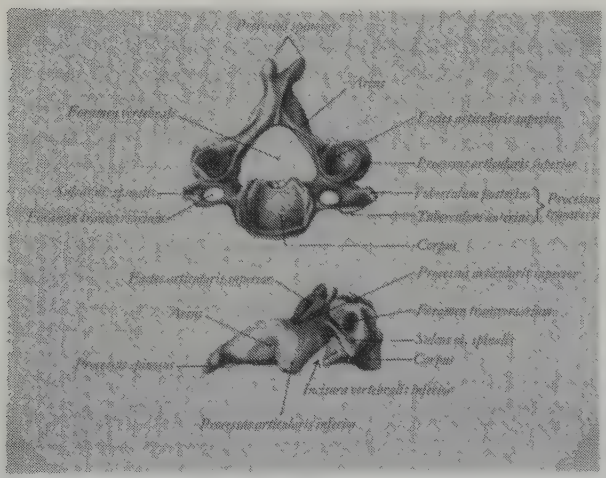
Die Wirbelsäule des Menschen besteht aus 33-34 Wirbeln. Die 24 kranialen Wirbel bleiben während des ganzen Lebens beweglich (freie Wirbelsäule). Die kaudal folgenden 5 Kreuzbeinwirbel verschmelzen während der Entwicklung zu einem einheitlichen Knochen, dem Kreuzbein.

Die einzelnen Wirbel der freien Wirbelsäule sind in deren verschiedenen Abschnitten abgewandelt, die Unterschiede ergeben sich durch die von kranial nach kaudal zunehmende Belastung. Der Grundform entspricht am nächsten ein mittlerer Brustwirbel.
Die Wirbelkörper haben als eigentlich stützenden Bestandteil der Wirbelsäule eine dünne kompakte Außenschicht und eine starke Spongiosa. An der oberen und unteren Endfläche des Wirbelkörpers ist der zentrale Teil porös und nur der Rand, die sogenannte Randleiste aus festerem Knochen aufgebaut.
Die Rauhen Endflächen der benachbarten Wirbelkörper werden durch druckelastische Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrales) miteinander verbunden.

Jeder Diskus enthält einen Gallertkern, der als Rest der Chorda dorsalis anzusehen ist und außen von einem Faserring aus derben, regelmäßig kreuzenden, kollagen-elastischen Faserlamellen umhüllt wird.
Ventral und dorsal werden die Wirbelkörper durch feste, längsverlaufende Bandzüge verspannt, wodurch die charakteristische Krümmung der Wirbelsäule aufrechterhalten wird.
Bei den Rumpfbewegungen gleiten die Wirbel auf den Gallertkernen wie auf einem Wasserkissen.

Der Wirbelbogen ist dort, wo er vom Körper abgeht, am oberen Rande seicht, am unteren tief eingeschnürt. Diese Einschnürungen ergänzen sich mit den jeweils benachbarten Wirbeln zu den Zwischenwirbellöchern (Foramina intervertebralia), die Durchtrittskanäle der Rückenmarksnerven.
Von den Wirbeln gehen jeweils 7 Fortsätze aus:
Die 4 Gelenkfortsätze, ein oberes und ein unteres Paar, tragen überknorpelte Gelenkflächen und bilden die kleinen Zwischenwirbelgelenke für die Bewegungen der Wirbelsäule.
Die 2 seitwärts gerichteten Querfortsätze besitzen bei den 10 kranialen Brustwirbeln eine Gelenkfläche zur Verbindung mit den jeweiligen Rippenhöckerchen.

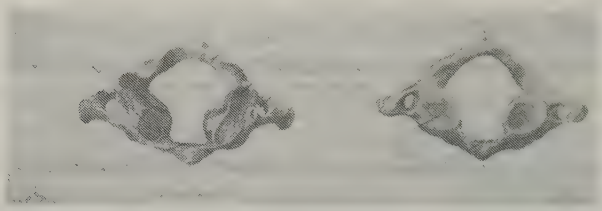
Außerdem ein nach hinten gerichteter Dornfortsatz, der bei den Halswirbeln 2-6 in zwei Zacken gespalten ist. Sie dienen ebenso wie die Querfortsätze als Ansatzpunkte für die Wirbelsäulenmuskulatur.



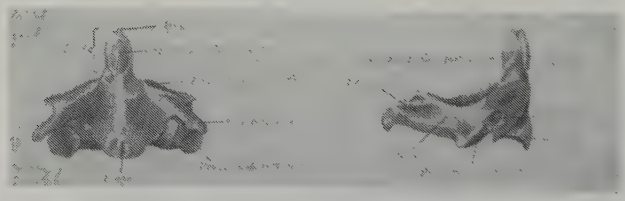
(Abb. I)

5. Halswirbel von kranial und rechts aus Waldeyer (43)

Der 1. Halswirbel (Atlas) besitzt als Träger des Kopfes keinen Wirbelkörper, sondern hat eine typische Ringform mit kurzem vorderen, und langem hinteren Bogen. Beide Bögen vereinigen sich zu den dicken Seitenteilen.



(Abb.2)
Atlas von kranial und von kaudal



(Abb. 3)
Axis von ventral und von rechts

aus Waldeyer (43)

Im Halsbereich vereinigen sich die Querfortsätze mit den Rippenresten zu einem zweigliedrigen Fortsatz und lassen zwischen sich das Foramen transversarium frei, durch welches die großen Gefäße ziehen.
Dorn- und Querfortsätze dienen Bändern und Muskeln als Ansatzfläche. Der hintere Abschnitt der Wirbelsäule wird damit zum Bewegungssystem (Hebelwerk), während der Wirbelkörper als Tragstück und der Wirbelbogen als Schutzstück für den Neuralraum dient.
Der Bewegungsumfang der Wirbelsäule hängt von den kleinen Wirbelgelenken ab. In der Halswirbelsäule sind die oberen Gelenkflächen der Proc. articulares nach hinten oben und leicht nach medial, die unteren nach vorn unten und leicht nach lateral gerichtet. Die Gelenkkapseln sind sehr schlaff, deshalb ist der Bewegungsumfang im Halsteil der Wirbelsäule am größten.
Im oberen Kopfgelenk (Art. atlantooccipitalis) beträgt die Beweglichkeit in der Sagitalebene ungefähr 20°, eine geringe Seitneigung ist ebenfalls möglich.
Das untere Kopfgelenk (Art. atlantoaxialis mediana) stellt eine Art Drehgelenk dar. Die Drehachse verläuft durch den Zahn (Axis) des 2. Halswirbels. Die dünnen Gelenkkapseln ermöglichen einen großen Bewegungsumfang von jeweils 30° nach rechts und links. Das starke Lig. transversum atlantis sichert den Dens in seiner Artikulation mit dem vorderen Atlasbogen, während die Lig. alaria vom Dens zum seitlichen Umfang des Hinterhauptsloches ansteigend, eine zu starke Drehung und Seitwärtsbewegung des Kopfes hemmen.

Diese typische Anatomie der Halswirbelsäule mit ihren schlaffen Gelenkkapseln, ebenen Gelenkflächen und deren Stellung, sowie vor allem die Form der oberen 2 Halswirbel geben diesem Abschnitt vor allen anderen die größte Bewegungsfreiheit, in Vorwärts-Rückwärtsbeugung, Seitwärtsneigung (je ca. 40°) und Drehung.

2. Die Verletzung der HWS und ihre Behandlung

2.1 Der Verletzungshergang

Der hohe Beweglichkeitsgrad der Halswirbelsäule ermöglicht ihr eine Abschwächung und ein Abfangen von Gewalteinwirkungen, durch die eine starre Struktur zerstört würde. (Fielding 15 , Hohl 22 , Southwick und Keggi 40)

Hardy und Rossier (21) teilen die Verletzungen der HWS vorwiegend nach ihren Entstehungsmechanismen ein:

1. Zerrungs- und Stauchungsverletzungen
2. Verletzungen des Atlantookzipitalgelenkes und des Atlas
3. Frakturen des Axis und atlantoaxiale Luxationen
4. Überbeugungsverletzung
   a. Subluxation
   b. Rezidivierende Subluxation
   c. Luxation
   d. Kompressionsfraktur des Wirbelkörpers
   e. Trümmerfraktur des Wirbelkörpers
5. Überstreckungsverletzungen
   a. Subluxation
   b. Luxationsfraktur
   c. keine nachweisbare Knochenverletzung

Zerrungs- und Stauchungsverletzungen sind Folge plötzlicher, übermäßiger Bewegungen des Kopfes und verursachen Überdehnungen oder Zerreißung von Muskelfasern, intervertebraler Bänder und Gelenkkapseln.
Verletzungen des Atlantookzipitalgelenkes und des Atlas sind selten und bewirken im allgemeinen keine neurologischen Ausfälle.
Mixter und Osgood (27) beschreiben auch Luxationen des Atlas über dem Axis ohne Frakturen des Dens.
Frakturen des Axis und atlantookzipitale Luxationsfrakturen betreffen entweder den Dens oder seltener den Wirbelkörper. Die Frakturlinie läuft meist durch die Basis des Dens.

Der luxierte Dens bleibt mit dem Atlas durch das Schlingenligament verbunden. Je nach Ausmaß der Verschiebung können neurologische Symptome ausbleiben, wenn der Bogen von C2 ebenfalls frakturiert (rettender Bogenbruch), oder so stark ausgeprägt sein und den plötzlichen Tod verursachen, wenn der Bogen C2 intakt bleibt. Sekundäre Luxationen nicht knöchern verheilter Densfrakturen wurden beschrieben, (Gomez - Gonzáles und Casabuenas 20).

Überbeugungsverletzungen entstehen durch plötzliche, gewaltsam übertriebene Überbeugung der Halswirbelsäule. Häufigste Unfallursache sind Stürze, Sprünge in seichtes Wasser und Auffahrunfälle.

Überstreckungsverletzungen entstehen durch eine Rückwärtsüberdehnung des Halses, z.B. durch Gewalteinwirkung auf den Kopf von vorn. Ein häufiger Befund bei diesem Verletzungstyp ist eine kleine Knochenkantenabsprengung am unteren Rand der Vorderseite eines Wirbelkörpers, (Cook 11 , Forsyth und Mitarbeiter 16).
Colachis und Strohm (10) zeigten 1965 im Experiment, daß die Überbeugung eine schwerere Luxation verursacht als die Überstreckung. Diese Tatsache ist durch die anatomischen Verhältnisse erklärt und wurde durch klinische Beobachtungen bestätigt. (Walshe und Roos 44 , Paillas und Sedan 30 , Galibert 17).
Nach Durbin (13) entsteht eine Luxation, wenn die dorsalen Segmente zerreißen. Munro (28) hat gezeigt, daß die Integrität der Wirbelsäule von der ihrer Bänder abhängt, und nicht von ihren Knochenelementen.
Dies wird auch von Crutchfield (12) betont.

2.2 Extensionsbehandlung mit der Crutchfieldklammer

Bei der in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen verwendeten Klammer sind die in der Tabula externe einzubringenden Stifte stumpf, um eine Schädelperforation zu vermeiden.

Nach Bilow (3) kehrt die Technik der Reposition die Reihenfolge des Luxationsmechanismus um:

Extension - Beugung - Streckung

Bei der Reposition von Überbeugungsverletzungen nach vorn muß die Wirbelsäule also in Beugestellung gebracht werden, um bei der Extension die verhakten Gelenkfortsätze freizubekommen.

Das Zuggewicht wird stündlich um 1 kp bis insgesamt 10-15 kp gesteigert. Nach erfolgter Reposition wird die Kopf- und Zugrichtung nach hinten gesenkt. Zum Halten der Reposition wird der Zug bei 4 - 5 kp für sechs bis acht Wochen belassen. In dieser Zeit heilt die Fraktur und der zerrissene Bandapparat festigt sich.

Schon während der Zugbehandlung werden krankengymnastische Übungen durchgeführt, um die Schulter- und Nackenmuskulatur zu festigen, sowie die noch erhaltene Muskulatur der Querschnittgelähmten aufzutrainieren.

Durch diese Therapie wird die etwas lang anmutende Immobilisierung des Patienten während der Extension genutzt.

In den ersten 1 bis 2 Wochen nach Abnahme der Klammer erhält der Patient während der Aufrichtübungen im Bett, bzw. am Anfang seiner Rollstuhlübungen eine feste Halsorthese zur Abstützung des Kopfes. Danach hat er es gelernt, seinen Kopf wieder allein zu tragen, zu fixieren und zu bewegen.

2.3.1 Überblick über die operativen Methoden

Densfrakturen werden nach Böhler (5) mit einer operativen Spanversteifung zwischen dem 1. und 2. Halswirbelbogen behandelt. Er sieht eine Operationsindikation allerdings nur dann, wenn sich ein konservativ erreichtes Repositionsergebnis nicht halten läßt oder wenn Lähmungserscheinungen zusätzlich auftreten, bzw. sich verstärken sollten.

Bei Frakturen und Luxationen der mittleren und unteren Halswirbelsäule werden mehrere Möglichkeiten beschrieben.

Fusion der Dornfortsätze - hinterer Zugang

Durbin (13) stabilisiert die Wirbelsäule gleichzeitig mit Draht und Spänen, wodurch er die Dauer der Arbeitsunfähigkeit zu verkürzen versucht.
Nach Rogers (36) müssen immer 2-3 Wirbel fusioniert werden.
Walchshofer (42) und Ramadier (33) fixieren den Dornfortsatz des verrenkten Wirbels am Dornfortsatz des darunterliegenden mit einer Draht- oder Nylonschlinge.
Auch Böhler (5) und Matzen (26) fixierten die Wirbelsäule durch Umschlingen der Dornfortsätze des nächsthöheren und nächsttieferen Wirbels mit einer Drahtcerclage. Durch Festspannen der Cerclage werden die Dornfortsätze mit einem dazwischen eingebrachten Spongiosablock fest aufeiandergepreßt, und so die HWS in Lordose fixiert.
Forsyth (16) überbrückt mit einem Knochenspan den verletzten Wirbel an den Dornfortsätzen bis 2 Wirbel ober- und unterhalb.

Fusion der Wirbelkörper - vorderer Zugang

In der Beschreibung der Operationstechnik von Bailey (1) soll der verletzte Wirbel mit den beiden benachbarten mittels in die Intervertebralräume eingesetzte Knochenspäne fusioniert werden. Beidseits des eingesetzten Knochenspans werden noch zusätzlich Späne angelagert. Nach der Operation wird die HWS mit sechswöchigem Dauerzug am Schädel ruhiggestellt.

Cloward (9) modifizierte diese Methode, indem er den Span durch einen massiven Knochenzylinder ersetzte. Böhler (6) empfiehlt dieses Vorgehen als 2. Möglichkeit nach Verletzungen der Halswirbelsäule. Schließlich kann zusätzlich zum Knochenmaterial auch mit Schrauben und Platten stabilisiert werden. (Gelehrter und Fritz 19).

2.3.2 Operationsindikationen

H. Tscherne, G. Muhr und R. op den Winkel (41) berichten über 96 Fusionsoperationen an der Halswirbelsäule, die zwischen 1970 und 1979 an der Unfallchirurgischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover durchgeführt wurden.
Ihr Ziel jeder Knochenbruchbehandlung ist die Wiederherstellung der vollen Funktion am Bewegungsapparat in möglichst kurzer Zeit, das bedeutete, eine schmerzfreie Ausheilung der Verletzung mit Beseitigung und Verminderung der neurologischen Ausfälle an der Wirbelsäule.
Für sie ergeben sich als klare Operationsindkationen bei Verletzungen der Halswirbelsäule, wie:

1. Verrenkungen
2. Irreponible oder instabile Verrenkungsbrüche
3. Fortschreitende Rückenmarks- oder Wurzelkompression
4. Densbrüche mit Diastase oder Redislokation.

II. 3.1 Methodik

3.1.1 Patientengut

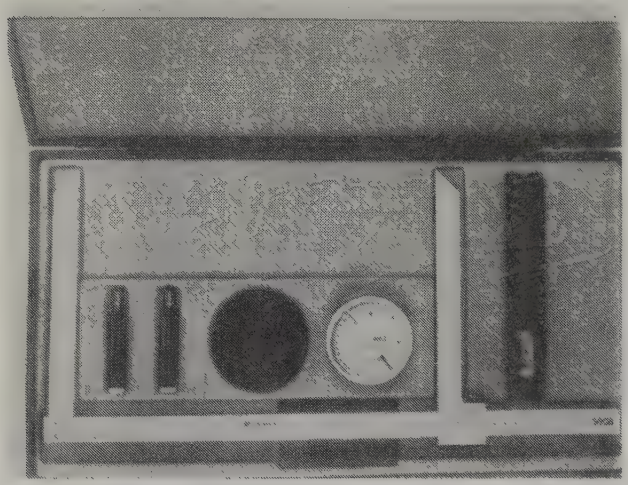
Seit 1971 werden die Daten der in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen ambulant oder stationär behandelten Patienten in einer EDV-Anlage verschlüsselt gespeichert.

Eine Abfrage unter dem Diagnoseschlüssel "Frakturen der HWS" sowie "Luxationen der HWS" ergab eine Liste von 156 Patienten mit entsprechenden Verletzungen im Zeitraum 1971 bis 1978. Diese Patienten wurden 1980 zur Nachuntersuchung geladen. Es sind 43 Patienten erschienen. Hinzu kamen noch 4 Patienten aus dem Zeitraum vor 1971 und weiterhin 8 Patienten aus dem Unfalljahr 1979, die sich während des Untersuchungszeitraums teilweise noch in stationärer Behandlung befanden. Es standen somit insgesamt 55 Fälle mit Verletzungen der HWS für diese Untersuchung zur Verfügung.

3.1.2 Klinische Untersuchung

Die klinische Messung von Flexion und Reklination, Seitwärtsneigen sowie der Rotation der HWS erfolgte mit dem Differentiometer pracitca. (Abb. 4).
Die Ergebnisse konnten jedoch nur bedingt zur Auswertung verwendet werden, da die Mitbewegungen des Oberkörpers eine bessere Beweglichkeit der HWS vortäuschten.

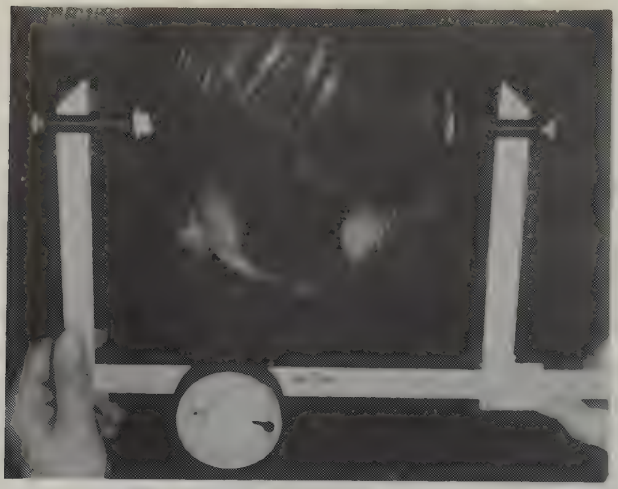
SECA-Modell: 224 Differentiometer pracitca



(Abb. 4)

Ausführung und Beschreibung: Schieblehre aus eloxiertem Hartaluminium, kombinierte Winkelmessuhr mit Pendel- und Kompassnadelanzeiger für Rotationsmessungen oder Messen von Richtungsabweichungen in der Horizontal- bzw. Vertikalebene.

Messung der Rotation mit dem 224 Differentiometer practica von SECA



(Abb. 5)

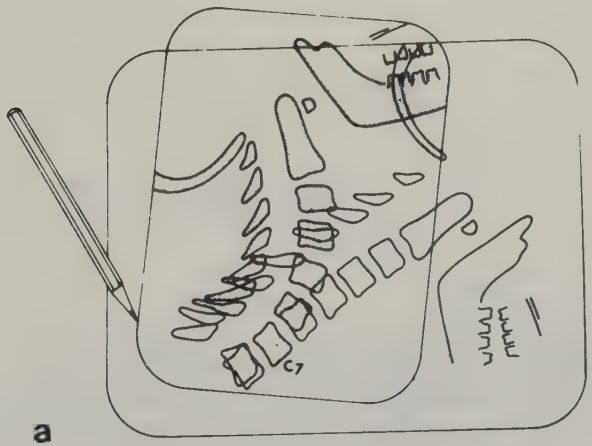
Einstellen des Instruments in Neutral-O-Haltung.

(Abb.6)

Ablesen der Winkelgrade bei maximaler Rotation nach links.

3.1.3 Röntgenologische Untersuchung

Die Bestimmung der Bewegungsfähigkeit in den vertikalen Bewegungssegmenten bei Vor- und Rückbeugung erfolgte nach einer von Penning (31) beschriebenen Methode.



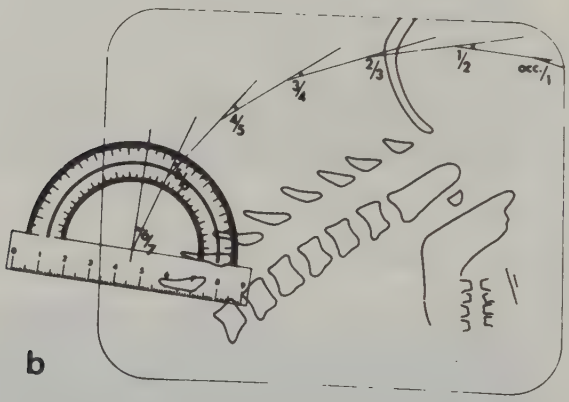
(Abb.7)

Aus: L. Penning (31) Normale Bewegung der Halswirbelsäule in: Wirbelsäule in Forschung und Praxis.

Hippokrates (Stuttgart)
62 1976 S. 1o4

Zu Abb.7) Gemessen werden soll die Vorwärtsbeugung aus der Rückwärtsbeuge heraus. Der größere Film (mit Vorwärtsbeugung) liegt zuunterst, der kleinere Film (mit Rückwärtsbeugung) darauf. Man verschiebt den oben liegenden Film auf dem unteren, bis sich die Schattenbilder des 7. Wirbelkörpers decken. Wird nun die rückwärtige Kontur

des oben liegenden Filmes auf den unteren Film übertragen (mit weichem Bleistift nachgezogen), so hat man eine brauchbare Abszisse zur Hand, mit der die Silhouette von C 7 markiert ist. Jetzt wird der obere Film weitergeschoben, bis die Schattenbilder des Wirbelkörpers C 6 in Deckung liegen; wieder Übertragung des rückwärtigen Filmrandes auf den unteren Film usw. Man erhält eine an 7 Stellen gebrochene Linie und 7 meßbare Einzelwinkel.



(Abb.8) Aus: L. Penning (s.o.)

Zu Abb.8) Der Winkel zwischen den beiden zuerst gezogenen Linien gibt den Bewegungsausschlag zwischen C 6/7 wieder. Der Bewegungswinkel zwischen den übrigen Wirbeln wird auf die gleiche Weise bestimmt, einschließlich der Bewegungswinkel zwischeń Atlas und Hinterhaupt.

3.1.4 Normalwerte

Auf die zuvor beschriebene Weise wurde bei Personen ohne HWS-Verletzung eine Untersuchung der HWS-Beweglichkeit durchgeführt und so ein Bereich normaler Beweglichkeit festgelegt, der mit den Angaben in der Literatur verglichen wurde.

Untersuchung der Vergleichsgruppe von Personen ohne HWS-Verletzung:

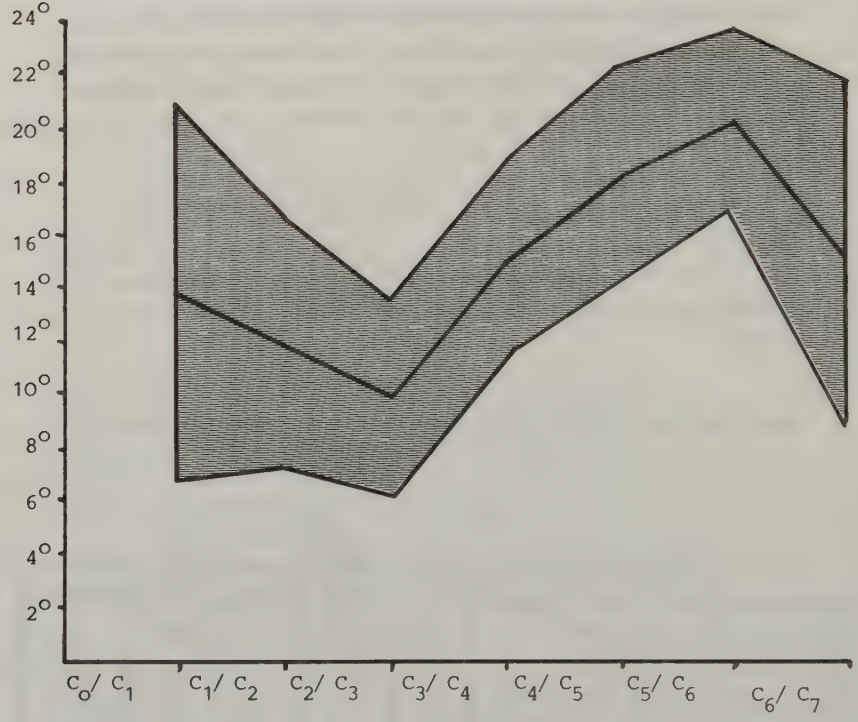
Die Vergleichsgruppe setzt sich aus 9 männlichen und 2 weiblichen Personen im Alter von 21 bis 30 Jahren zusammen.

Anteflexion - Reklination (röntgenologische Messung) :

	C0/C1	C1/C2	C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7	Gesamt
25 J. W	3°	6°	8°	18°	15°	28°	20°	98°
28 J. W	10°	8°	5°	15°	17°	20°	20°	94°
26 J. M	8°	9°	8°	18°	19°	20°	8°	91°
28 J. M	13°	20°	8°	15°	16°	18°	10°	100°
30 J. M	19°	14°	9°	7°	15°	17°	18°	99°
23 J. M	12°	8°	12°	18°	16°	22°	13°	101°
21 J. M	6°	18°	16°	18°	18°	24°	7°	107°
23 J. M	21°	12°	15°	15°	16°	20°	27°	126°
21 J. M	25°	10°	9°	19°	22°	19°	-	-
21 J. M	12°	13°	6°	15°	20°	19°	11°	96°
21 J. M	21°	8°	10°	11°	14°	17°	20°	101°
Mittel-wert	13,6	11,5	8,7	15,4	17,1	20,4	15,4	103,3
Standard-abweichg.	7	4,5	3,2	3,6	2,4	3,3	6,5	9,7

(Tabelle 1)

Normalbeweglichkeit der einzelnen Segmente:



(Abb. 9)

Die schraffierte Fläche zeigt den Streubereich der Mittelwerte $\pm$ der Standardabweichung.

Rotation:

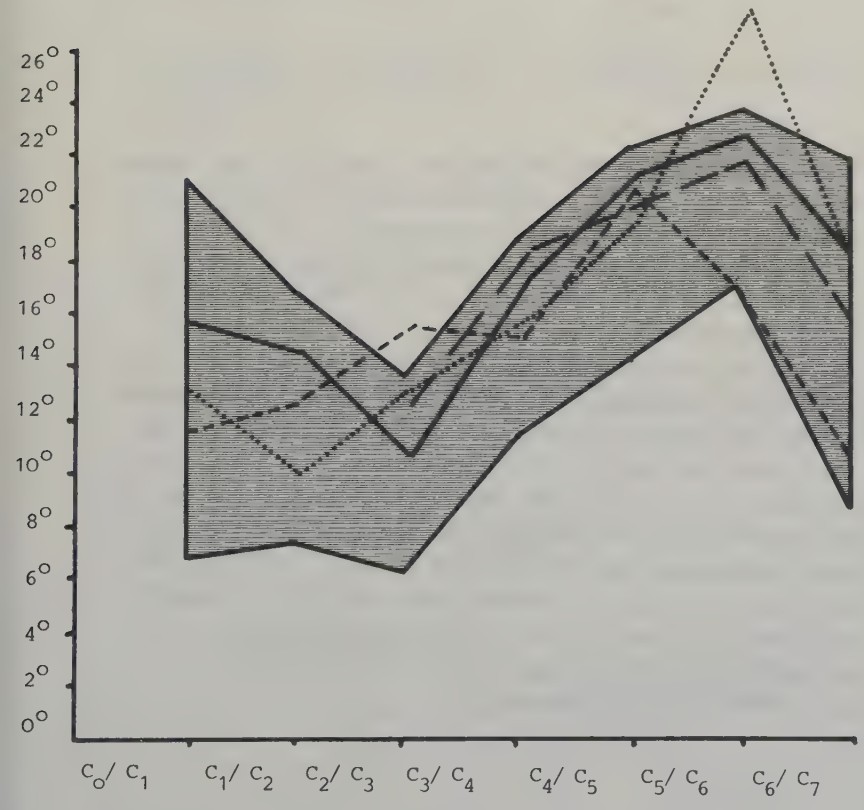
Die Angaben zur Rotation beziehen sich auf das Gesamtausmaß der Rotation der einen zur anderen Seite.

25 J. w 165°	23 J. m 145°
28 J. w 140°	21 J. m 150°
26 J. m 175°	21 J. m 155°
28 J. m 145°	21 J. m 155°
30 J. m 150°	Mittelwert 154°
23 J. m 165°	Standard- 10,4
21 J. m 150°	abweichung

Zur Beweglichkeit der HWS bei gesunden Personen

Bereits 1931 hatte Bakke (2) erstmals Messungen der Beweglichkeit der HWS beim Vor- und Rückwärtsbeugen, sowie beim Seitwärtsneigen vorgenommen.
In der Folgezeit wurde die Normalbeweglichkeit noch von weiteren Autoren mit den verschiedensten Methoden ermittelt.

Zur Überprüfung unserer Meßmethode haben wir unsere Ergebnisse mit einigen aus der Literatur verglichen.



(Abb. 10)

Die schraffierte Fläche entspricht unseren eigenen Untersuchungen mit ihrem Streubereich von ± der Standardabweichung.

---------- Bakke (2) Gesamtbeweglichkeit 1o2,4°

Buetti - Bäuml (8) C2 / C3 bis C6 / C7
——————— Brocher (7) CO / C1 und C1 / C2

Werne (45) CO / C1 und C1 / C2
..... De Séze (39) C2 / C3 bis C6 / C7

—— —— —— Penning (31) C2 / C3 bis C6 / C7

Die Gesamtbeweglichkeit der HWS bei Flexion - Reklination wird von Penning (31) in Abhängigkeit vom Alter der untersuchten gesunden Personen dargestellt:
Die Abnahme der Gesamtbeweglichkeit beträgt von ca. 120° im Alter von 5 - 15 Jahren auf ca. 75° im Alter von 56-70 Jahren immerhin ungefähr 45°.
Als Gründe für diese nachlassende Beweglichkeit gibt er steigende Formvergröberung einzelner Wirbel, Elastizitätsverlust von Bändern, deformierende Spondylarthrosen usw. an.

Auf Grund der starken Altersabhängigkeit der Beweglichkeit wäre es sinnvoll, die einzelnen Verletzungen und ihre Bewegungseinschränkungen in Altersgruppen zu Untersuchen. Jedoch würde dadurch unsere schon geringe Patientenzahl noch mehr aufgeteilt. Außerdem haben wir durch unsere Einteilung der Beweglichkeit in nur drei Gruppen, bzw. der Wahl unseres Streubereiches, dieser Abnahme des Bewegungsausmaßes Rechnung getragen.

3.1.5 Erhebung der Patientendaten

Aus dem Krankenblatt wurden folgende Daten herangezogen:

1. Unfalltag
2. Aufnahmetag
3. Entlassungstag
4. Unfallhergang
5. Minderung der Erwerbsfähigkeit
6. Vollständige Diagnose
7. Therapieverlauf bezüglich der HWS-Verletzung

Die ermittelten Daten und Meßwerte ergaben den folgenden Fragebogen:

Pat.: ..... geb.: .....

Geschlecht: M F Pat.-Nr.: .....

1.) Alter beim Unfall: ..... Jahre

2.) Unfallhergang:

Sturz von 0 - 3 m	Sturz auf den Kopf
Sturz von 3 - 5 m	Verkehrsunfall
Sturz über 5 m	andere

3. Unfallort:

Arbeitsplatz	Haushalt
Arbeitsweg	andere
Sport / Freizeit	

4.) Aufnahmezeitpunkt in BG:

Am Unfalltag ..... Tage nach Unfall

5. Fraktur der HWS : ja nein

Höhe und Art des frakturierten Wirbels :

	C1	C2	C3	C4	C5	c6	c7
Bogenfraktur							
Kompressionsfraktur							
Vertikalfraktur							
Luxationsfraktur							
Fraktur d. Dornfortsatzes							
Fraktur d. Querfortsatzes							
Kantenabsprengung oben/vorn							
Densfraktur							

6.) Luxation der HWS:

Ausmaß der Luxation:

C O / C 1.....mm C 4 / C 5.....mm

C 1 / C 2.....mm C 5 / C 6.....mm

C 2 / C 3.....mm C 6 / C 7.....mm

C 3 / C 4.....mm

Höhe und Art der Luxation:

	CO/C1	C1/C2	C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7
selbst rep. Lux.							
Lux. nach vent.							
Lux. nach dors.							
Rotationslux.							
Sublux.nach vent.							
Sublux.nach dors.							
Spätlux.n. Frakt.							

7.) Neurologische Befunde: ja nein

Querschnitt der HWS : ja nein

8.) Zusatzbefunde:

keine — andere Frakt. der WS
Commotio — Querschnitt nicht HWS
Polytrauma — andere Befunde

9.) Beginn der Crutchfieldextension:

am Unfalltag ... Tage nach Unfall
Dauer der Extension ... Tage
Gewicht der Extension ... kp

10.) Reposition : (durch Extension)

keine Reposition
keine vollständige Reposition
vollständige Reposition

12.) Entlassung: .... Tage nach Unfall

13.) Entlassung in :

Pflegeheim — nach Hause
Verlegung — Reha

14.) Erwerbsminderung: .... v. Hundert
Nachuntersuchung am .....

15.) Klin. Messung der HWS - Funktion:

Flexion : Rotation re.: seitl. Neigen re.:
Reklination : Rotation li.: seitl. Neigen li.:

16.) Röntgenologische Messung der HWS - Funktion :

C O / C 1= ; C 3 / C 4= ; C 6 / C 7=
C 1 / C 2= ; C 4 / C 5= ; Gesamt =
C 2 / C 3= ; C 5 / C 6= ;

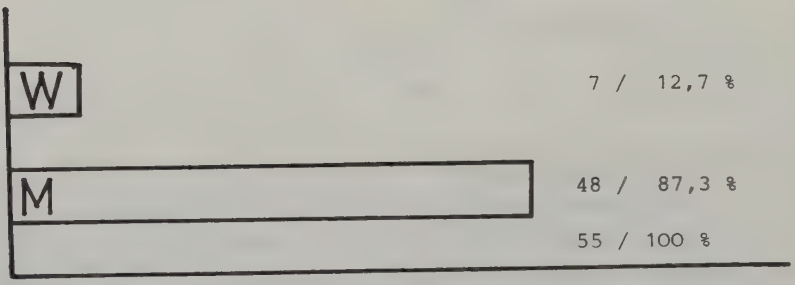
III. 3.2 Ergebnisse

3.2.1 Vorbemerkung

Das relativ kleine Patientengut, welches uns zur Verfügung stand, führte teilweise in den Ergebnissen zu sehr kleinen Vergleichsgruppen; dennoch wurden die Angaben in Prozenten ausgedrückt, um die Ergebnisse einheitlich und damit überschaubar darzustellen.
Die Unterlagen, auf denen diese Arbeit beruht, sind in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen einzusehen.

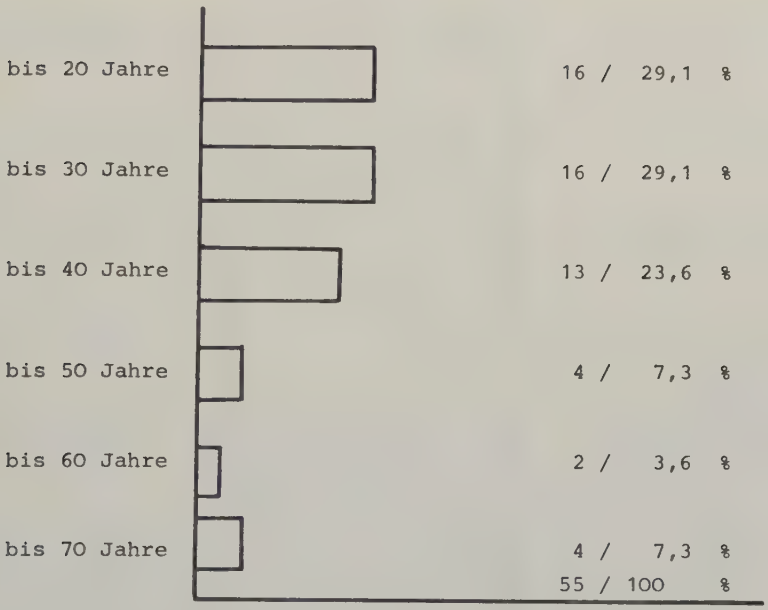
3.2.2 Darstellung des Patientenguts

3.2.2.1 Geschlecht (Tabelle 2)

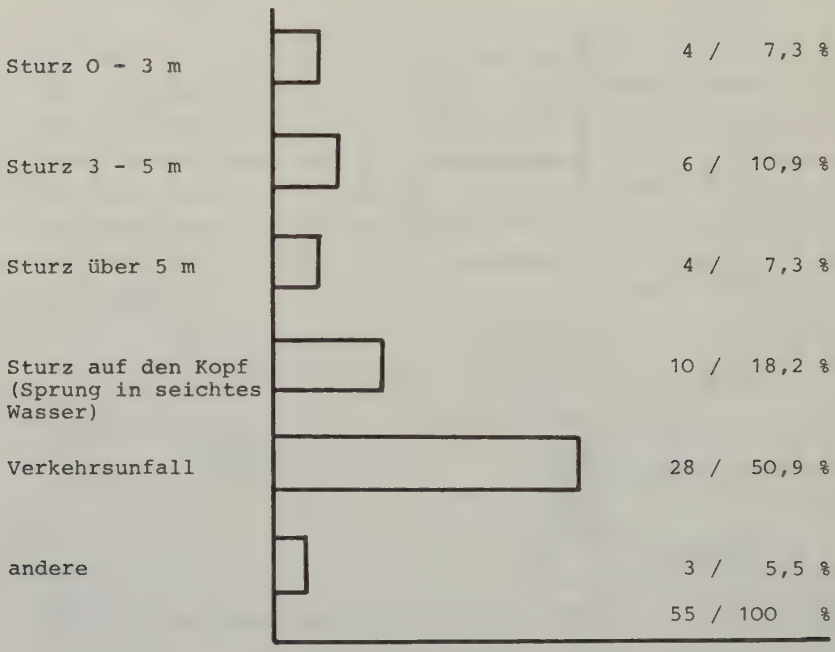


W	7 / 12,7 %
M	48 / 87,3 %
	55 / 100 %

3.2.2.2 Alter beim Unfall (Tabelle 3)

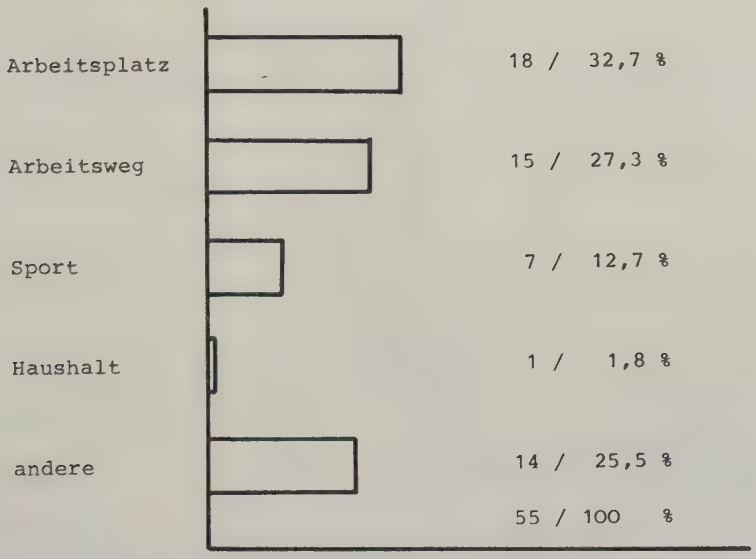


3.2.2.3 Unfallhergang (Tabelle 4)



Die Gruppe " Verkehrsunfälle " in Tabelle 5 (Unfallhergang) umfaßt Unfälle auf dem Arbeitsweg, sowie auch Unfälle im privaten Bereich. Letztere wurden in Tabelle 6 (Unfallort) in der Gruppe "andere" berücksichtigt.

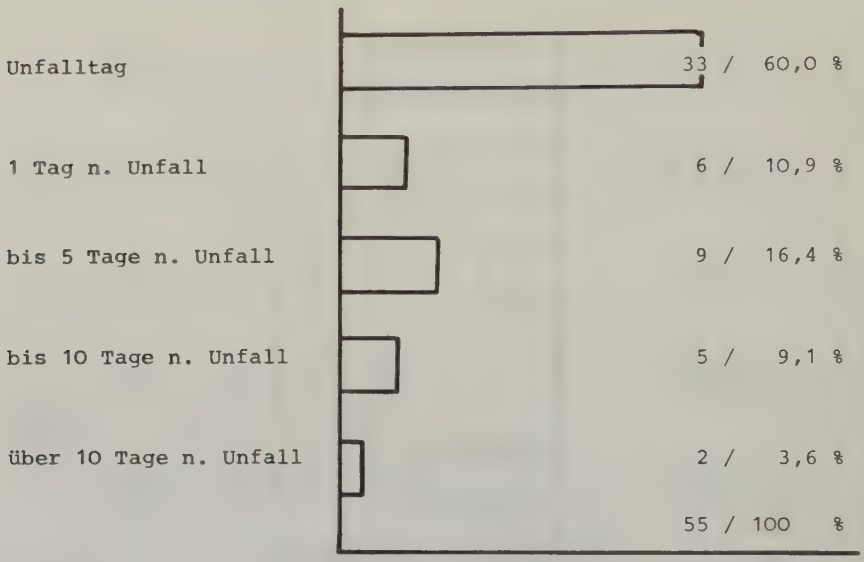
3.2.2.4 Unfallort (Tabelle 5)



Arbeitsplatz	18 / 32,7 %
Arbeitsweg	15 / 27,3 %
Sport	7 / 12,7 %
Haushalt	1 / 1,8 %
andere	14 / 25,5 %
	55 / 100 %

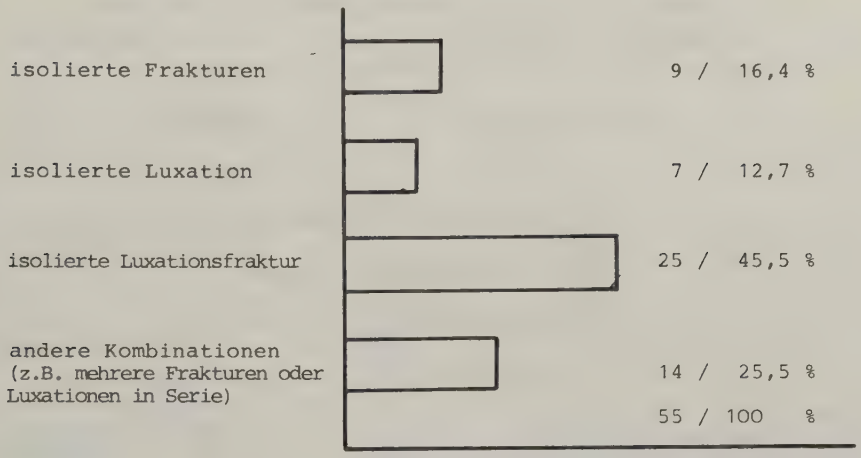
3.2.2.5 Aufnahmezeitpunkt in die BG-Unfallklinik Tübingen

(Tabelle 6)



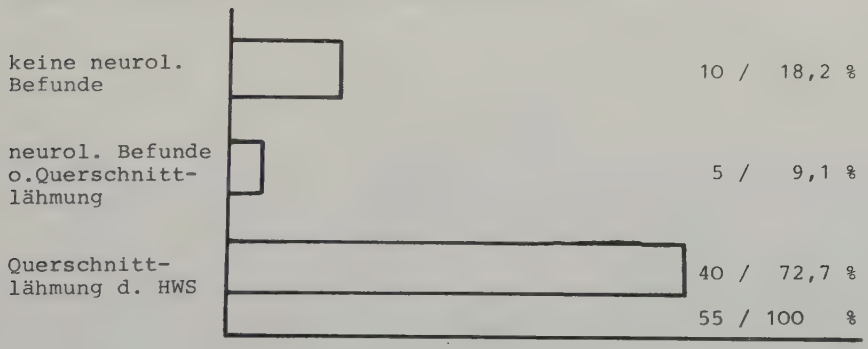
Bei der Gruppe über 10 Tage nach dem Unfall, handelt es sich in beiden Fällen um Patienten, die außerhalb unserer Klinik mit einer Crutchfield - Extension versorgt wurden. Sie wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen nur noch einer Heilbehandlung unterzogen.

3.2.2.6 Verletzungsort (Tabelle 7)



3.2.2.7 Häufigkeit der neurologischen Befunde

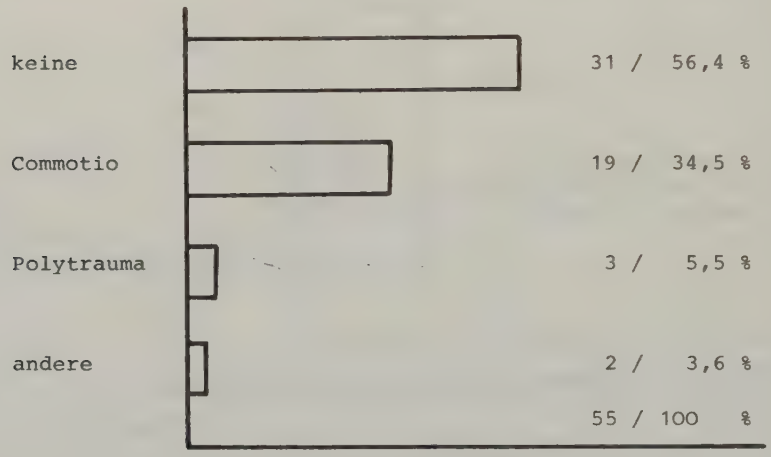
(Tabelle 8)



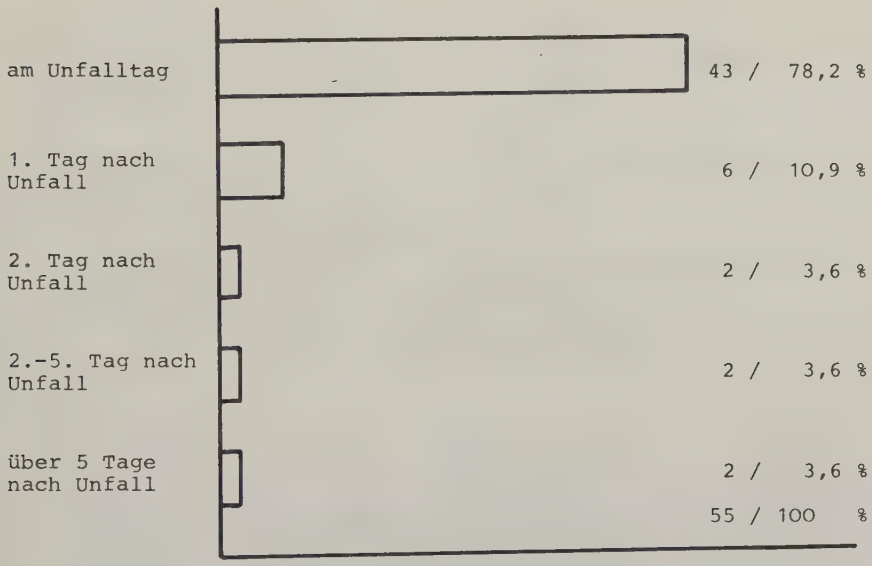
Auf die unverhältnismäßig hohe Beteiligung von Patienten mit Querschnittlähmung in Tabelle 3 soll in der Diskussion unserer Ergebnisse eingegangen werden.

Neurologische Befunde ohne Querschnittlähmung waren vorübergehende Sensibilitätsstörungen oder auch Störungen der Motorik, die kein ausgeprägtes Bild einer Querschnittlähmung zeigten.

3.2.2.8 Zusatzbefunde (Tabelle 9)

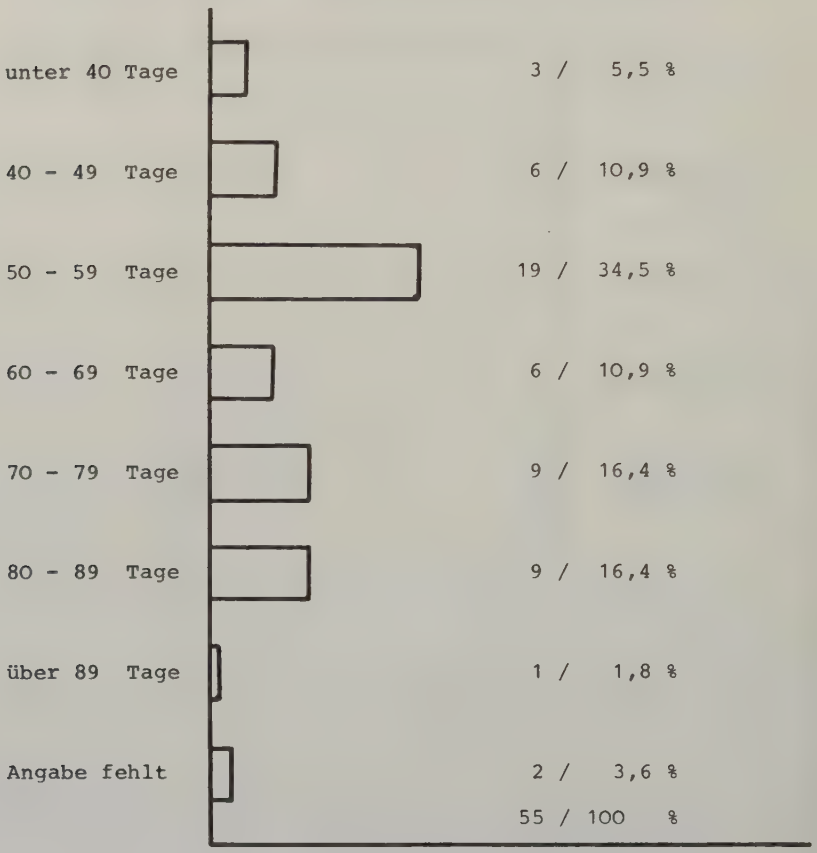


3.2.2.9 Beginn der Crutchfield Extension (Tabelle 10)

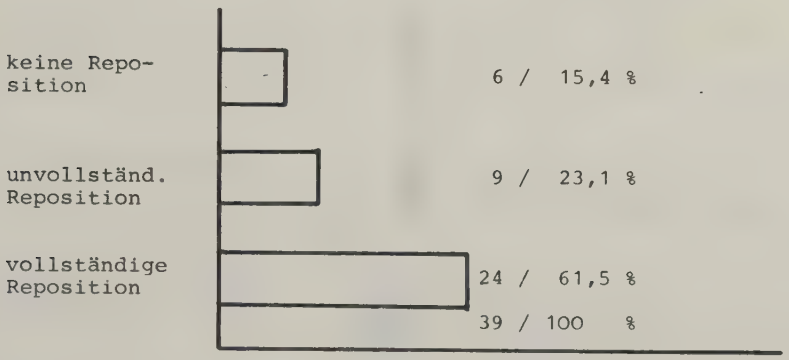


3.2.2.10 Dauer der Crutchfield - Extension

(Tabelle 11)

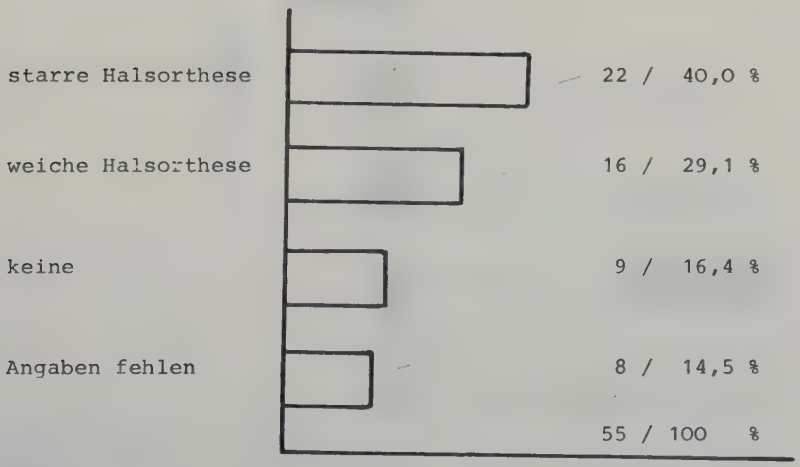


3.2.2.11 Repositionserfolge unter Extension (Tabelle 12)

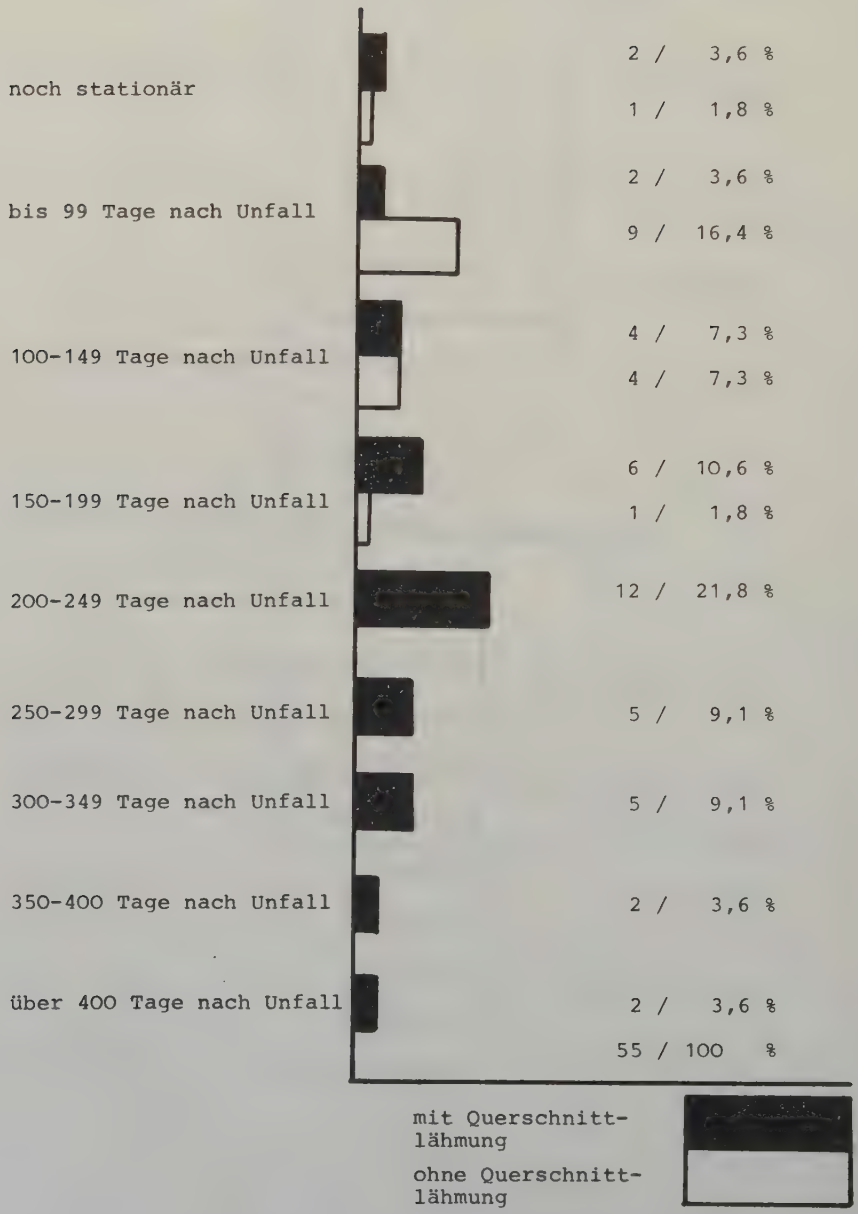


3.2.2.12 Art der anschließenden Ruhigstellung (Tabelle 13)

.

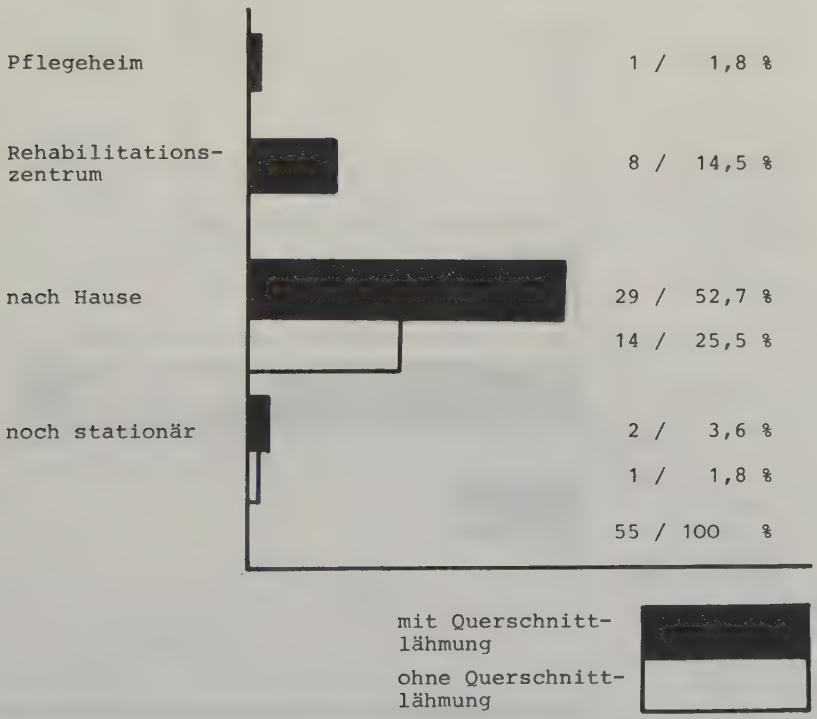


3.2.2.13 Entlassung (Tabelle 14)

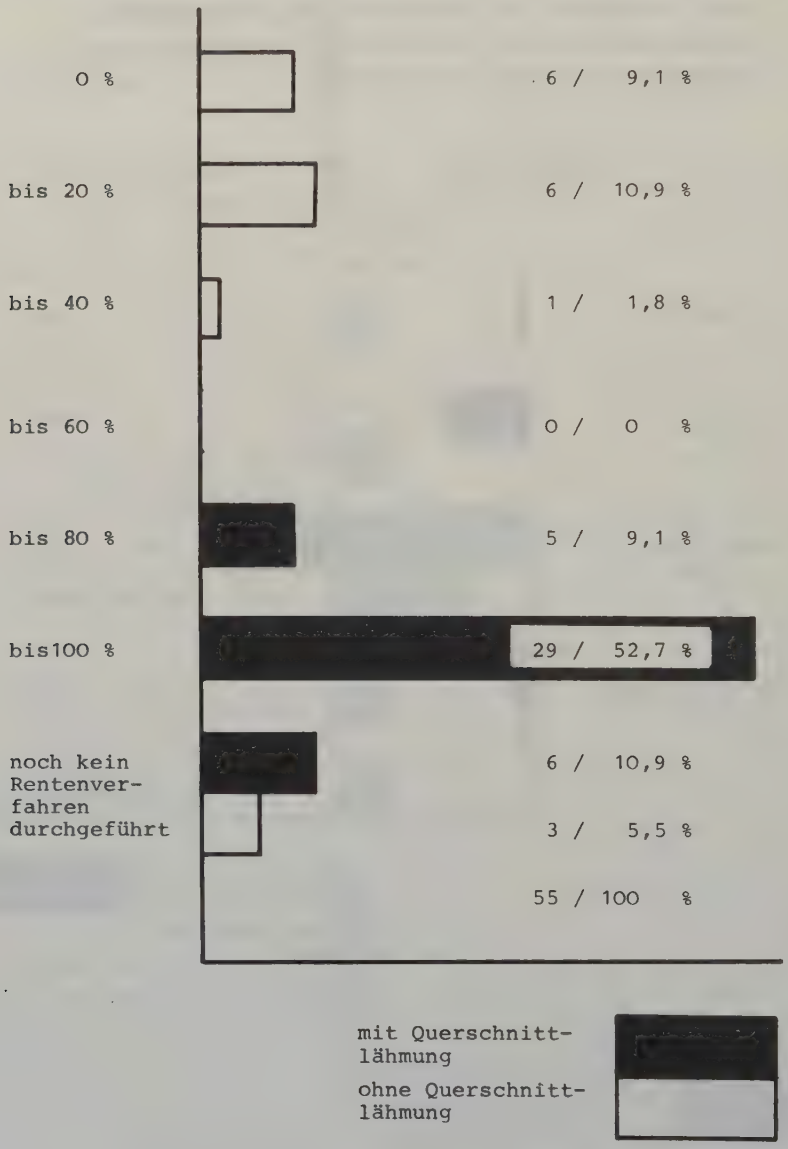


Die längere Behandlungsdauer bei Patienten mit Querschnittlähmung resultiert aus der, sich der ursprünglichen Behandlung der HWS-Verletzung anschließenden Krankengymnastischen Behandlung und Beschäftigungstherapie mit Selbsthilfetraining.

3.2.2.14 Entlassung in : (Tabelle 15)

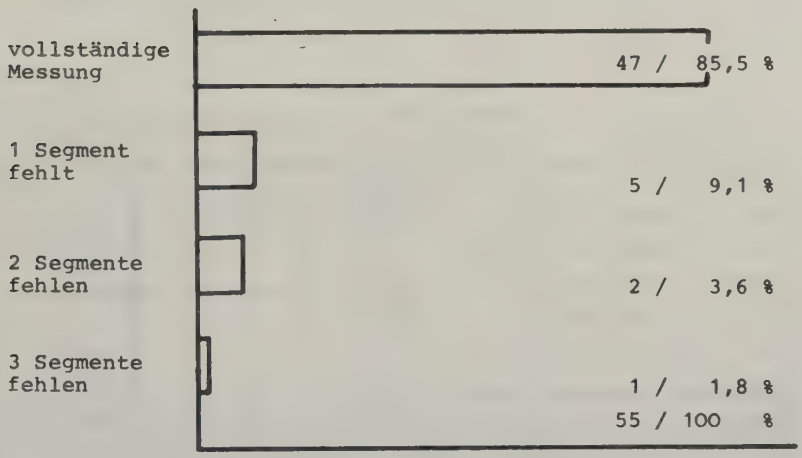


3.2.2.15 Minderung der Erwerbsfähigkeit (Tabelle 16)



3.2.2.16 Vollständigkeit der röntgenologischen Vermessungen der HWS

(Tabelle 17)



Das Fehlen eines oder mehrerer Segmente ist durch die Aufnahmetechnik bedingt :
Bei nicht allen Patienten war es möglich, die Schultern soweit herabzuziehen, daß eine Übereinanderprojektion von Schulter und unterer HWS vermieden werden konnte.

3.2.3 Darstellung der HWS-Verletzungen

3.2.3.1 Verteilung der Frakturarten und Verletzungshöhen

(Tabelle 18)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Gesamtzahl d.Frakturen	
Bogenfrakt.	2	5	1		4	2	2	16	21,3%
Kompressionsfrakt.			1	1	12	6	8	28	37,3%
Vertikalfrakt.		1			1			2	2,7%
Frakt. d. Dornforts.		2	1	1		2		6	8,0%
Frakt. d. Querforts.		1				2	2	5	6,7%
Kantenabsprengung		2		2	4	2	4	14	18,7%
Densfraktur		4						4	5,3%
Zahl d.frakt. Wirbel	2	13	3	4	18	13	11	64	75 100 %
Zahl d.frakt. Wirbel in %	3,1	20,3	4,7	6,3	28,1	20,3	17,2	100%	

3.2.3.2 Verteilung der Luxationsarten und Verletzungshöhen

(Tabelle 19)

	C1/C2	C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7	Summen	
selbst reponierte Luxat.					1		1	2,4%
Luxation nach ventral		1		5	3	8	17	40,5%
Luxation nach dorsal	3	1			1		5	11,9%
Subluxation nach ventral	1	2	2	5	2	2	14	33,3%
Subluxation nach dorsal					4	1	5	11,9%
Summen	4	4	2	10	11	11	42	
Summen in %	9,5	9,5	4,8	23,8	26,2	26,2		100 %

3.2.3.3 Verteilung der kombinierten Verletzungen und ihre Verletzungshöhen

(Tabelle 19)

	C1/C2	C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7	Anzahl der Fälle	
eine Luxationsfraktur	6	1		10	4	5	26	78,8 %
2 Frakturen in Serie ohne Luxation	1				2	1	4	12,1 %
2 Frakturen in Serie mit Luxation dazwischen					2		2	6,1 %
2 Frakturen in Serie mit benachbarter Luxation				1			1	3,0 %
Summe	7	1		11	8	6	33 / 33	100 %
" in %	21,2	3,0		33,3	24,2	18,2	100 %	

3.2.4. Darstellung der Beweglichkeit der Verletzten Halswirbelsäule.

Bei der Ermittlung der Normalbeweglichkeit standen uns ausschließlich Personen im Alter von 20 - 30 Jahren zur Verfügung.
Es muß deshalb bei der Beurteilung der Ergebnisse der nachuntersuchten Patienten berücksichtigt werden, daß bei diesen, vor allem oberhalb des 50. Lebensjahres, zum Teil erhebliche altersbedingte Vorschädigungen der Halswirbelsäule vorlagen, die bereits an sich zu einer Beeinträchtigung der freien Beweglichkeit der einzelnen Segmente führten.

Zur übersichtlichen Darstellung wurden die Beweglichkeiten der einzelnen Segmente der HWS bei Flexion und Reklination in Prozenten der Normalbeweglichkeit (Mittelwert der untersuchten gesunden Personen) umgerechnet.
Es wurde folgende Einteilung vorgenommen:

1. 0% der normalen Beweglichkeit = ohne Beweglichkeit.
2. bis 50% der normalen Beweglichkeit = hälftige Bewegungsbehinderung.
3. über 50% der normalen Beweglichkeit = keine oder nur geringe Bewegungsbehinderung.

Die große Varianz der Bewegungswerte bei den gesunden Personen läßt eine so grobe Einteilung der Beweglichkeit der Einzelsegmente zu.

Die Gesamtbeweglichkeit wurde in den folgenden Diagrammen zu Gruppen von 0^{o} - 19^{o}, 20^{o} - 39^{o}, 40^{o} - 59^{o}, 60^{o} - 79^{o} und einem Normalbereich von 80^{o} - 100^{o} sowie über 100^{o} zusammengefaßt.
Die Einteilung der Gruppen beim Ausmaß der Rotation wurden von unter 80^{o}, 80^{o} - 99^{o}, 100^{o} - 119^{o}, 120^{o} - 139^{o}, 140^{o} - 160^{o}, sowie über 160^{o} festgelegt.

Bewegungsdiagramme verschiedener Verletzungen der Halswirbelsäule.

Zur Verdeutlichung unseres Ergebnisses sollen Bewegungsdiagramme verschiedener Verletzungsgruppen sowie Röntgenaufnahmen von einigen nachuntersuchten Patienten vorangestellt werden.

3.2.4.1 A Isolierte Frakturen

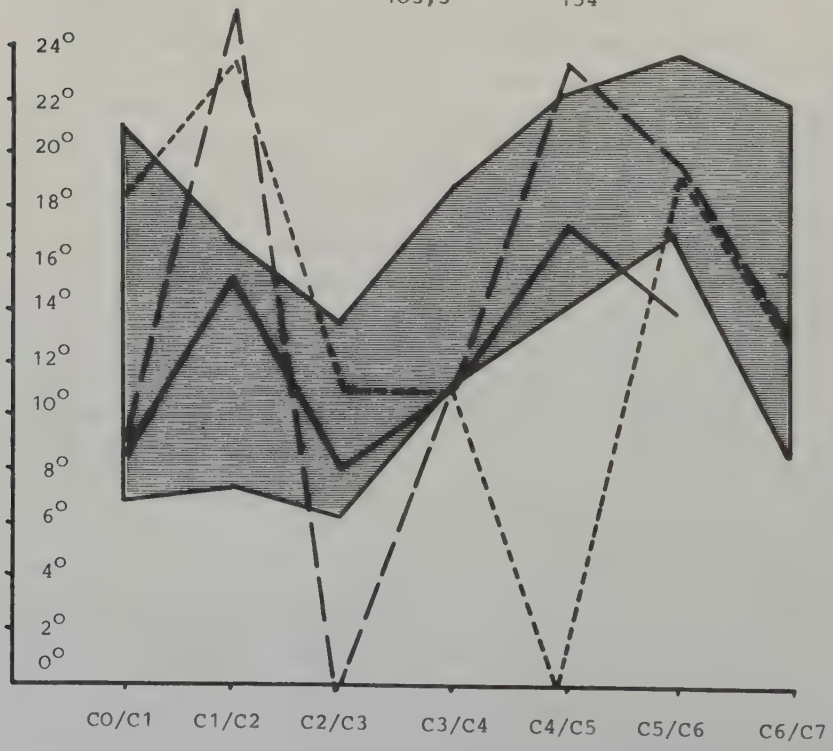
aa) Frakturen von C2 (nicht Dens) mit und ohne Luxation

Pat. 1 : Z.V. m, 23 J.. Mit 19 J. Verkehrsunfall.
Bogenfraktur C2, Brown-Sequard-Syndrom ab C5.

Pat. 2 : W.L. m, 28 J.. Mit 20 J. Sportunfall,
Kopfsprung in seichtes Wasser.
Fraktur des Dornfortsatzes C2, Luxation nach
ventral C4/C5, Querschnittlähmung ab C5.

Pat. 3 : S.E. m, 27 J.. Mit 22 J. Verkehrsunfall.
Bogenfraktur, Kompressionsfraktur und Abriß
des Dornfortsatzes C2, Luxation nach dorsal
C2/C3, Brown-Sequard-Syndrom ab C4.

Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:		Rotation:
——— Pat. 1 :	-----	110°
- - - - - - - Pat. 2 :	95,0°	165°
——— Pat. 3 :	99,0°	110°
Normwerte :	103,3°	154°



(Abb. 11)

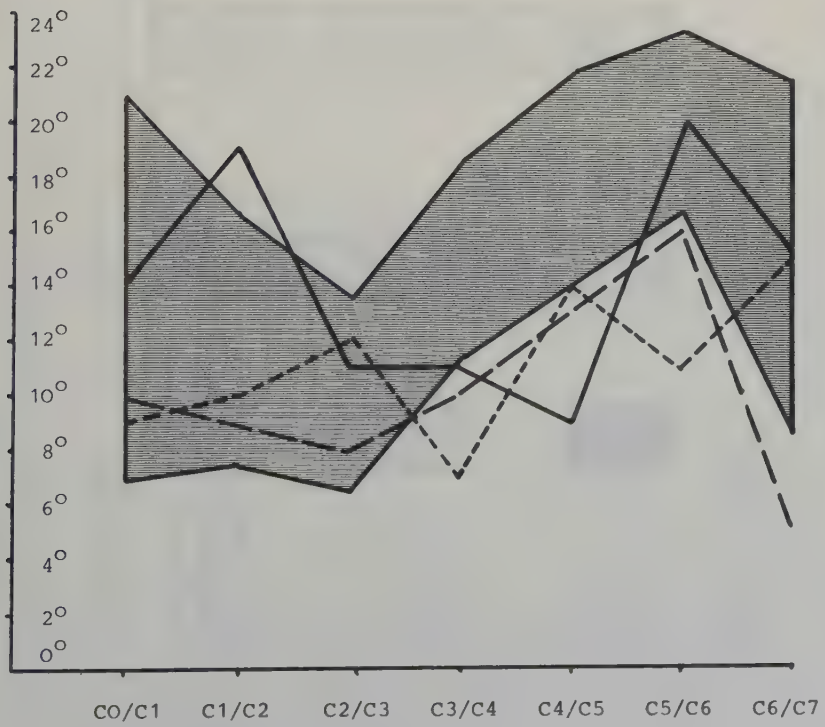
ab) Frakturen von C4 ohne Luxation

Pat. 1 : S.C. m, 19 J.. Mit 17 J. Sturz auf den Kopf (Sprung ins seichte Wasser), Kompressionsfraktur C4 mit Querschnittlähmung ab C6.

Pat. 2 : M.W. m, 65 J.. Mit 60 J. Arbeitsunfall (Sturz über 4 m Höhe). Kantenabsprengung C4. Neurologische Befunde, jedoch keine Querschnittlähmung.

Pat. 3 : G.C. m, 49 J.. Mit 44 J. Arbeitsunfall (Sturz über 5 m Höhe). Kantenabsprengung C4, Querschnittlähmung ab C5.

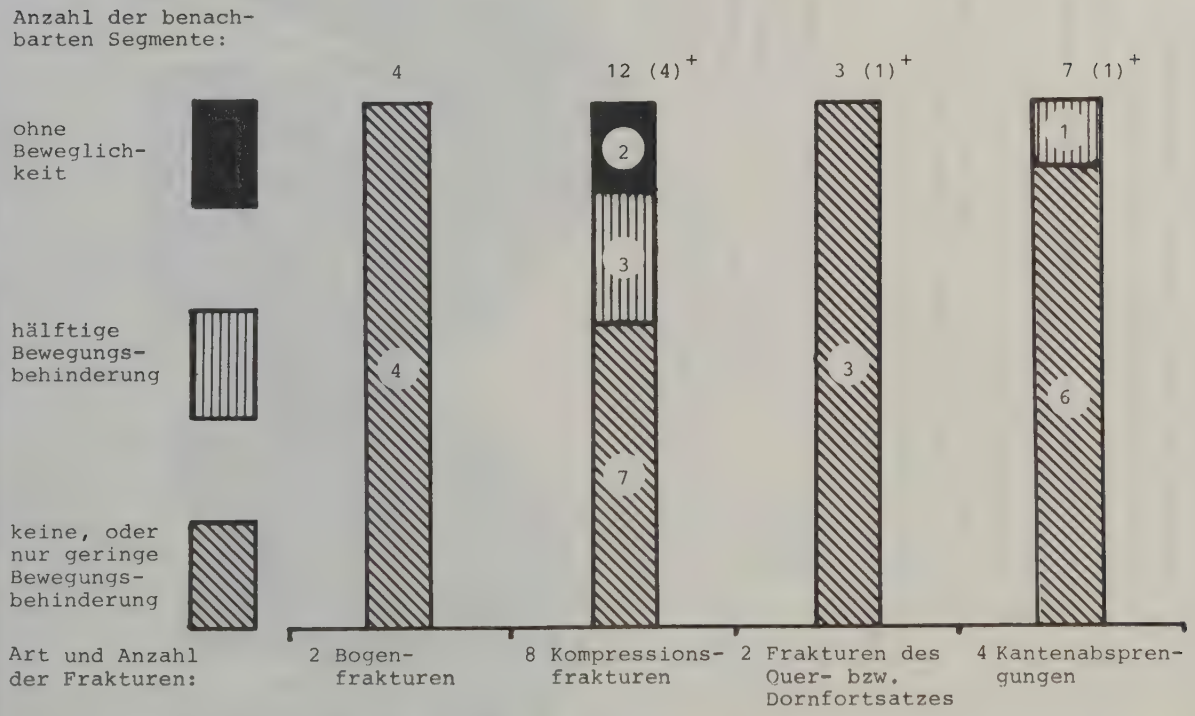
Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:		Rotation:
——— Pat. 1 :	99,0°	135
— — — Pat. 2 :	71,0°	145°
- - - - - - - Pat. 3 :	78,0°	80°
Normwerte:	103,3°	154°



(Abb. 12)

ba) Segmentbeweglichkeit bei isolierter Fraktur

(Flexion - Reklination) (Tabelle 21)



+) Die in Klammern abgegebenen Zahlen sind die Anzahl der Segmente C_7 / Th_1, die nicht vermessen wurden, bzw. wie bei 3.2.2.16. beschriebene, nicht dargestellte Segmente.

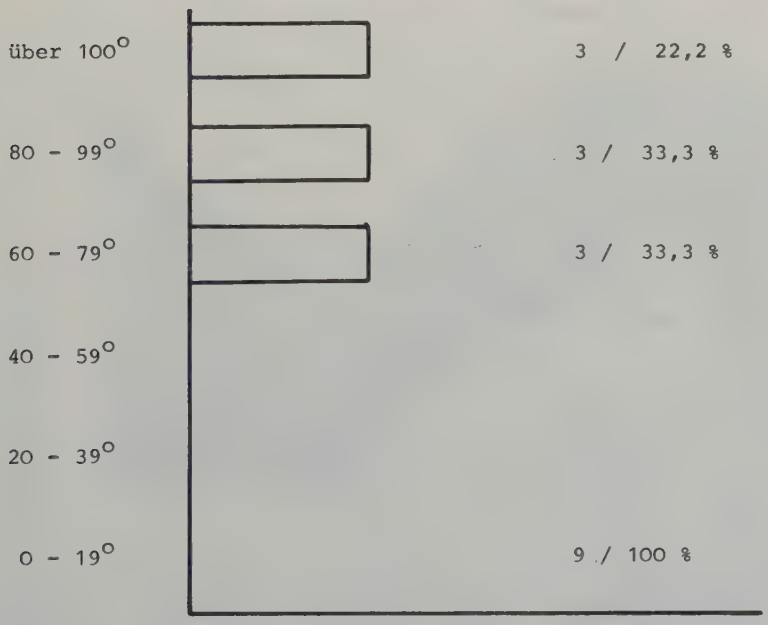
In den beiden Fällen ohne Beweglichkeit bei den Kompressionsfrakturen ist eine Mitverletzung der Bandscheiben anzunehmen, da die Ausheilung unter einer knöchernen Spangenbildung zwischen den beiden Wirbelkörpern erfolgte.

bb) Gesamtbeweglichkeit bei isolierter Fraktur

Bei der Gesamtbeweglichkeit sowie bei der Rotation wurden im Folgenden nur die Patienten berücksichtigt, die eine isolierte Verletzung aufwiesen.

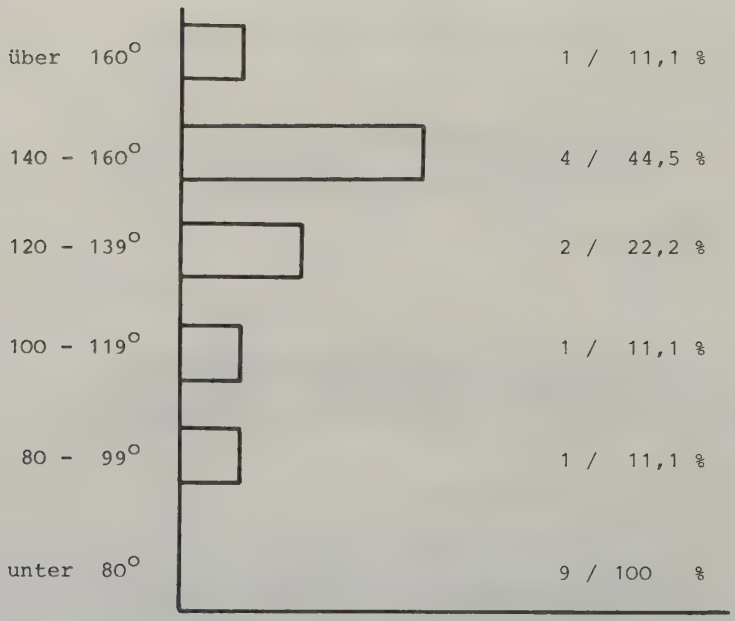
Flexion - Reklination (Normalwert 103,3°)

(Tabelle 22)



bc) Rotation (Normalwert 154°)

(Tabelle 23)



3.2.4.1. B Isolierte Luxationen

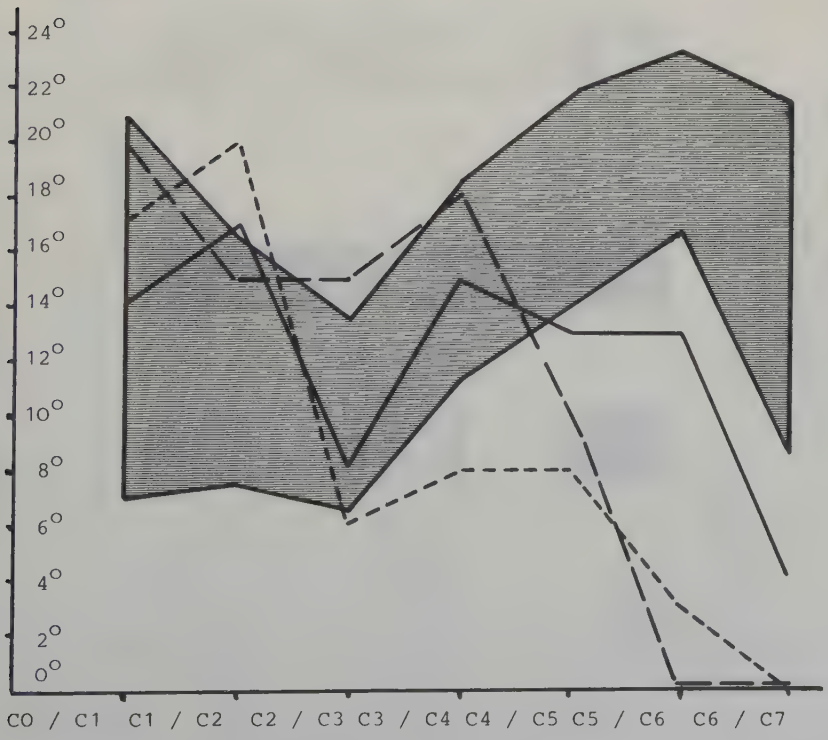
aa) Isolierte Luxationen C6 / C7 (siehe auch Abb. 11)

Pat. 1 : S.R. m, 24 J.. Mit 20 J. Verkehrsunfall. Luxation nach ventral C6 / C7, ohne neurologische Befunde.

Pat. 2 : F.D. m, 36 J.. Mit 31 J. Verkehrsunfall. Luxation nach ventral C6 / C7, mit inkompletter Querschnittlähmung ab C7.

Pat. 3 : S.L. w, 48 J.. Mit 44 J. Sturz auf den Kopf. Luxation nach ventral C6 / C7, mit Querschnittlähmung ab C6.

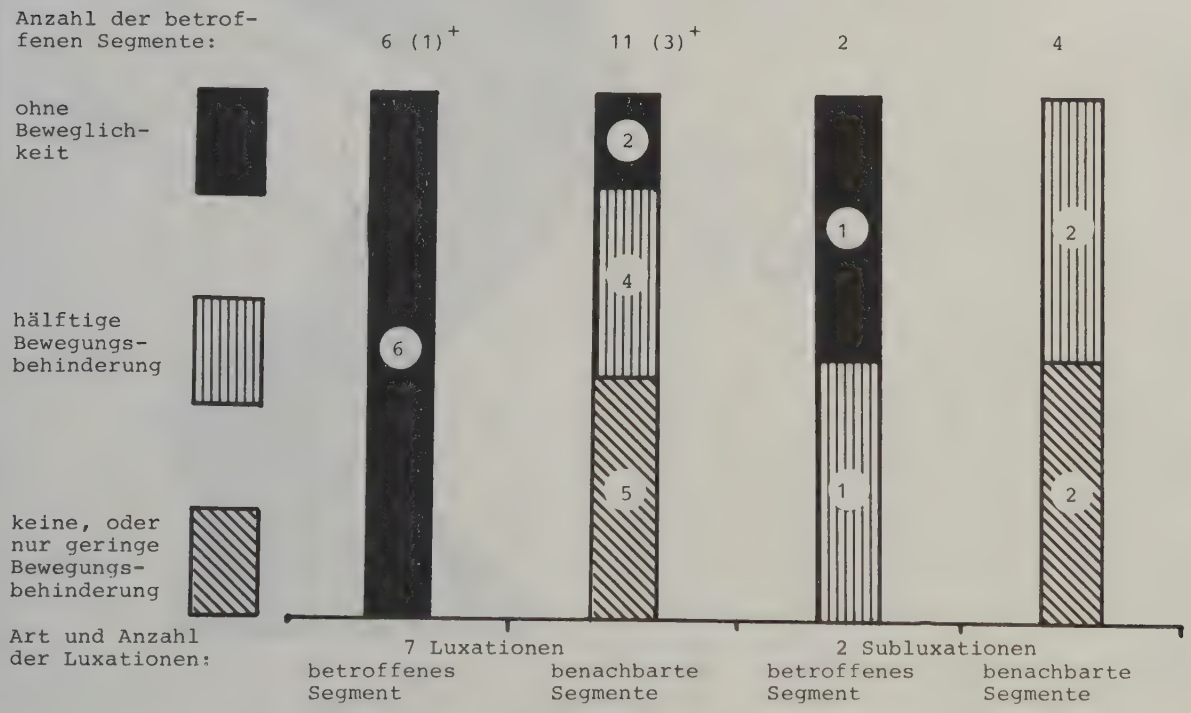
	Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:	Rotation:
——— Pat. 1 :	80,0°	145°
- - - - - - - Pat. 2 :	62,0°	170°
— — — Pat. 3 :	78,0°	105°
Normalwerte :	103,3°	154°



(Abb. 13)

ba) Segmentbeweglichkeit bei isolierten Luxationen

(Flexion - Reklination) / (Tabelle 24)

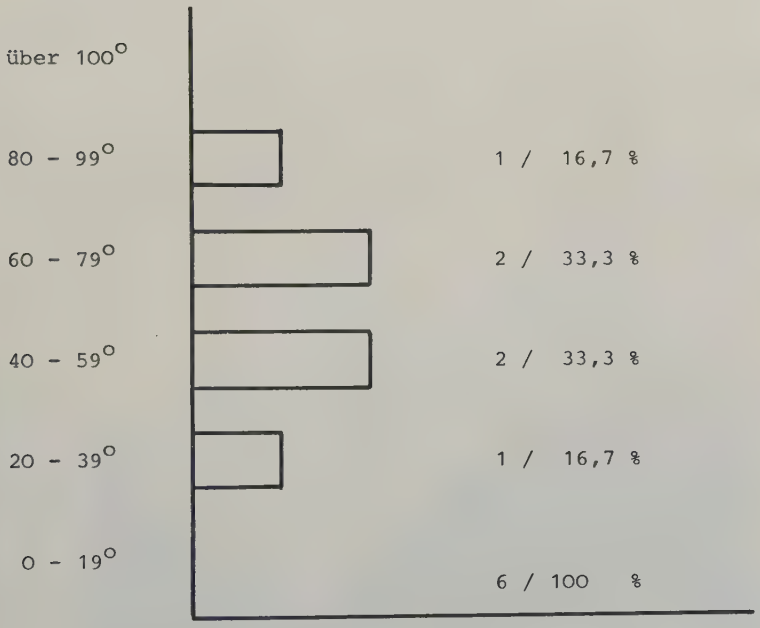


+) Die in Klammern angegebenen Zahlen sind die Anzahl der Segmente C_7 / Th_1, die nicht vermessen wurden, bzw. wie bei 3.2.2.16 beschriebene, nicht dargestellte Segmente.

bb) Gesamtbeweglichkeit bei isolierter Luxation

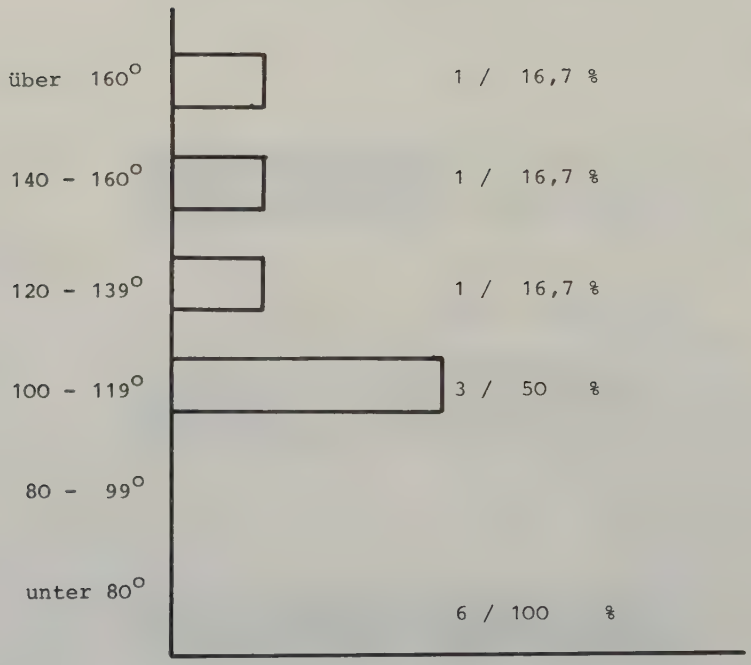
Flexion - Reklination (Normalwert 103,3°)

(Tabelle 25)



bc) Rotation (Normalwert 154°)

(Tabelle 26)



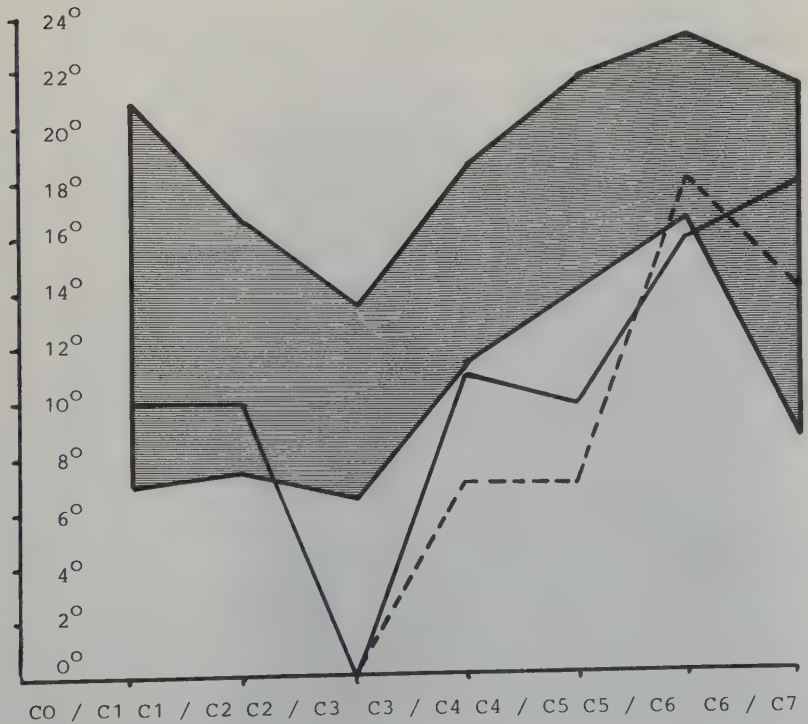
3.2.4.1 C Luxationsfrakturen

aa) Frakturen von C2 mit Luxation C2 / C3

Pat. 1 : P.A. m, 33 J.. Mit 31 J. Verkehrsunfall. Bogenfraktur C2 und Luxation nach ventral C2 / C3, keine Querschnittlähmung, jedoch vorübergehende Paresen.

Pat. 2 : D.F. m, 34 J.. Mit 32 J. Arbeitsunfall (Sturz über 4 m Höhe). Bogenfraktur C2 mit Subluxation C2 / C3 nach ventral, ohne neurologische Befunde.

Gesamtbeweglichkeit in	Flexion-Reklination:	Rotation:
——— Pat. 1 :	75,0°	145°
- - - - - - - Pat. 2 :	----	120°
Normalwerte :	103,3°	154°



(Abb. 14)

Röntgenaufnahmen zu Pat. 1 : P.A. m, 33 J.

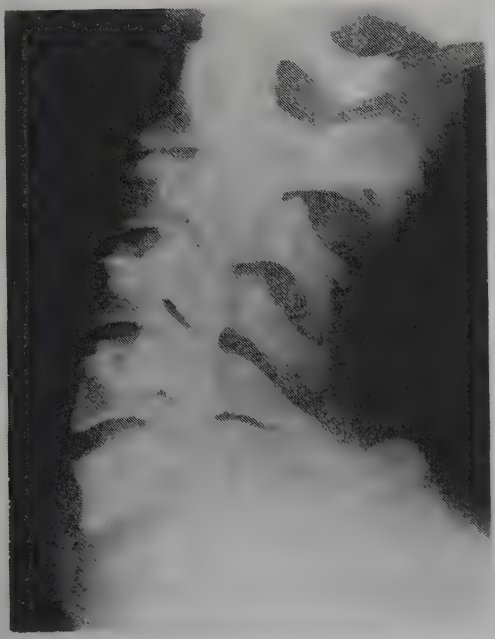
Mit 31 Jahren Verkehrsunfall. Bogenfraktur C2 mit Luxation um 14 mm nach ventral im Bewegungssegment C2 / C3. Neurologisch sind lediglich kurzfristige Paresen und Sensibilitätsstörungen aufgetreten. Crutchfield-Extension ab dem Unfalltag über 55 Tage mit 3 Kp. Anschließende Ruhigstellung mit weicher Halskrawatte über 2 Wochen.
Entlassung aus stationärer Behandlung nach 84 Tagen unter vollständig erfolgter Reposition und stabiler Ausheilung der Luxationsfraktur, jedoch mit Funktionsverlust des betroffenen Segments.

1. Röntgenaufnahme vom Unfalltag

(Abb. 15)

2. Funktionsaufnahmen bei maximaler Flexion bzw. Reklination

(Abb. 16)



(Abb. 17)

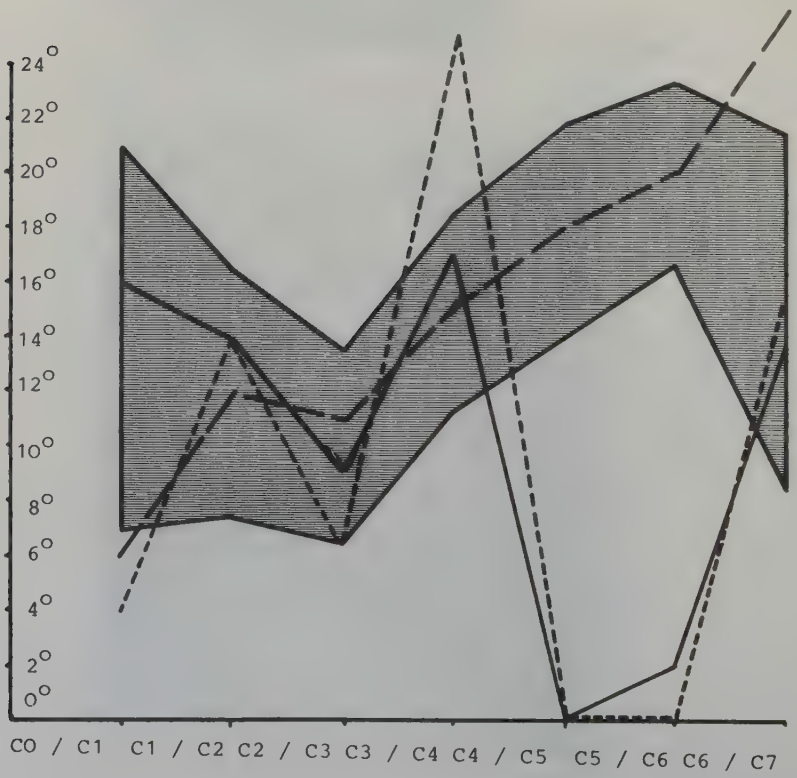
ab) Frakturen von C5 mit Luxation C4 / C5

Pat. 1 : V.C.m, 36 J.. Mit 34 J. Arbeitsunfall (Sturz über 3 m Höhe). Kompressionsfraktur C5 mit Subluxation nach ventral C4 / C5, Querschnittlähmung ab C5.

Pat. 2 : F.M. m, 21 J.. Mit 17 J. Kopfsprung ins seichte Wasser. Kompressionsfraktur C5 mit Subluxation nach ventral C4 / C5, Querschnittlähmung ab C5.

Pat. 3 : M.P. m, 25 J.. Mit 22 J. Verkehrsunfall. Kompressionsfraktur mit Kantenabsprengung C5 und Luxation C4 / C5, Querschnittlähmung ab C7.

Gesamtbeweglichkeit in	Flexion- Reklination	Rotation:
——— Pat. 1 :	76,0°	135°
- - - - - - - Pat. 2 :	65,0°	135°
——— — — Pat. 3 :	108,0°	165°
Normalwerte :	103,3°	154°



(Abb. 18)

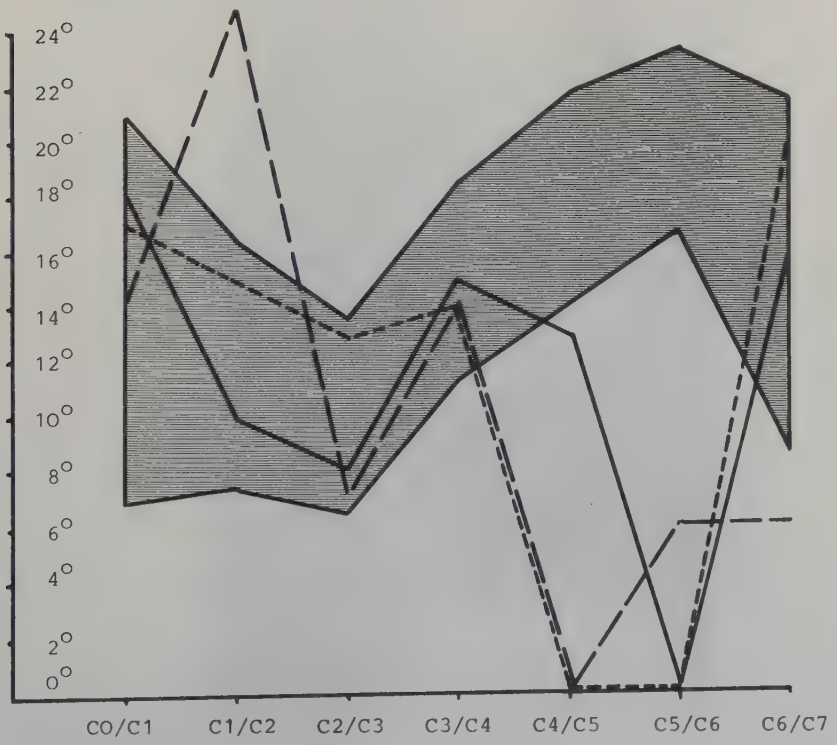
f) Frakturen von C5 mit Luxation C5 / C6

Pat. 1 : K.P. m, 41 J.. Mit 35 J. Arbeitsunfall (Sturz über 2 m Höhe). Bogenfraktur C5 mit Luxation nach ventral C5 / C6, keine neurologischen Befunde.

Pat. 2 : G.H. m, 41 J.. Mit 39 J. Arbeitsunfall (Sturz über 5 m Höhe). Kompressionsfraktur C5 mit Luxation C5 / C6 nach dorsal, Querschnittlähmung ab C5.

Pat. 3 : E.T. m, 19 J.. Mit 18 J. Verkehrsunfall. Kantenabsprengung C5 mit Subluxation C5 / C6, inkomplette Querschnittlähmung ab C6.

Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:		Rotation:
——— Pat. 1 :	80,0°	160°
- - - - - - - - - Pat. 2 :	79,0°	135°
— — — Pat. 3 :	72,0°	145°
Normalwerte:	103,3°	154°



(Abb. 19)

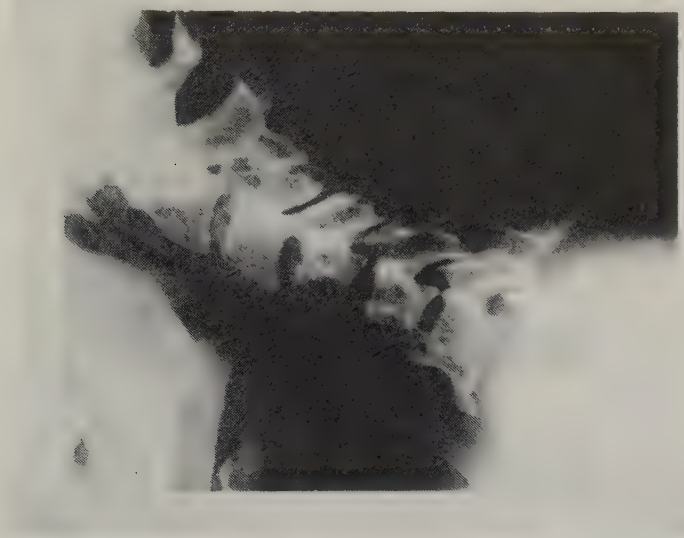
Röntgenaufnahmen zu Pat. 1 : K.P. m, 41 J.

Mit 35 Jahren Sturz über 2 m Höhe. Bogenfraktur C5 mit Luxation C5 / C6 um 7 mm nach ventral. Keine neurologischen Befunde.
Beginn der Crutchfield-Extensions-Behandlung ein Tag nach dem Unfall über 42 Tage mit 6 Kp. Anschließende Ruhigstellung über 1 Woche mit starrer Halskrawatte. Entlassung aus stationärer Behandlung nach 63 Tagen mit vollständiger Reposition und stabiler Ausheilung der Verletzung.

1. Röntgenaufnahme ein Tag nach dem Unfall.

(Abb. 20)

2. Funktionsaufnahmen bei maximaler Flexion bzw. Reklination

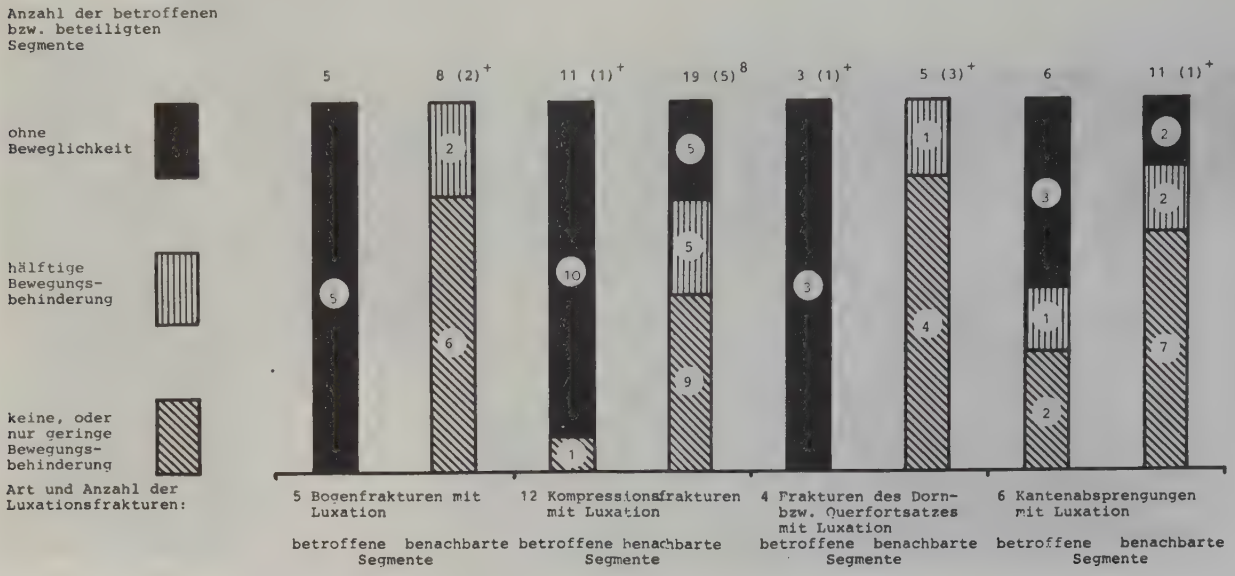


(Abb. 21)

(Abb. 22)

ba) Segmentbeweglichkeit bei Luxationsfrakturen (Tabelle 27)

(Flexion - Reklination)

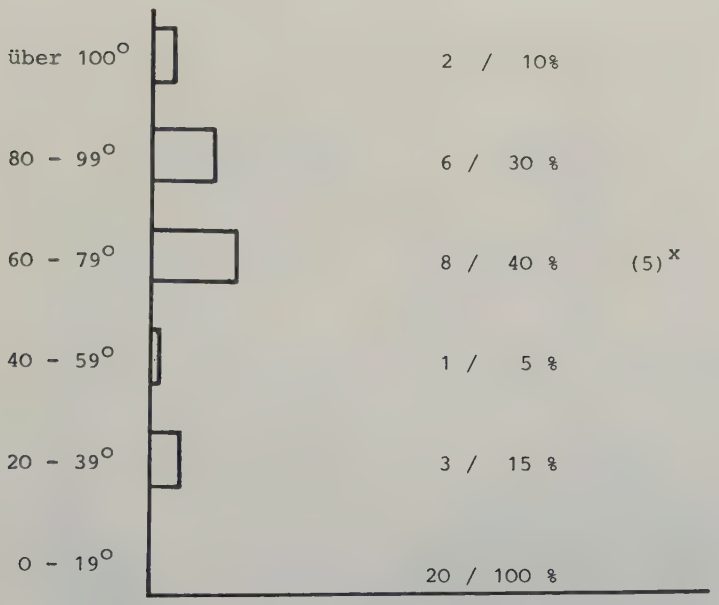


+) Die in Klammern angegebenen Zahlen sind die Anzahl der Segmente C7/Th1, die nicht vermessen wurden, bzw. wie bei 3.2.2.16. beschriebene, nicht dargestellte Segmente.

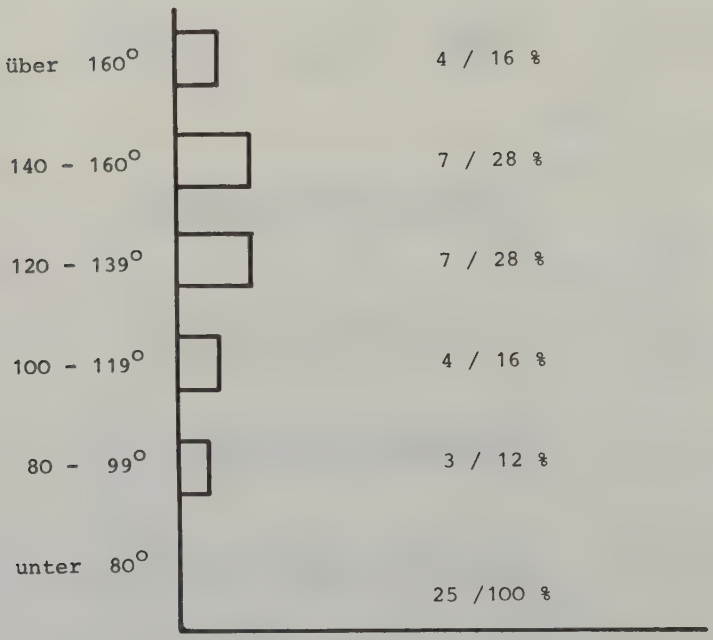
bb) Gesamtbeweglichkeit bei Luxationsfrakturen

(Tabelle 28)

Flexion - Reklination (Normalwert 103,3°)



bc) Rotation (Normalwert 154°) (Tabelle 29)



3.2.4.1 D Isolierte Densfrakturen mit Luxation C1 / C2

Bei den Densfrakturen mit Luxationen (4 Patienten) war die Beweglichkeit im betroffenen Segment, also C1 / C2 frei.
Nur in einem Fall hatte das Bewegungssegment C2 / C3 seine Beweglichkeit verloren.

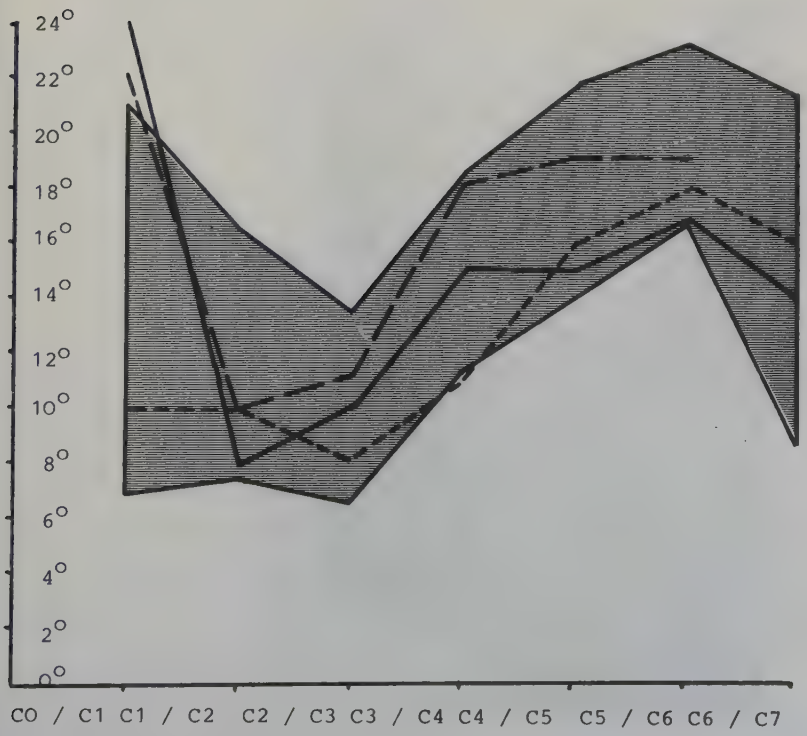
3.2.4.1 D aa) Densfrakturen mit Luxation C1 / C2

Pat. 1 : H.R.m, 28 J.. Mit 22 J. Sportunfall (Sturz auf den Kopf) Densfraktur mit Luxation nach dorsal C1 / C2, keine neurologischen Befunde.

Pat. 2 : V.H. m, 25 J.. Mit 19 J. Verkehrsunfall. Densfraktur mit Subluxation C1 / C2, ohne neurologische Ausfälle.

Pat. 3 : H.W. m, 19 J.. Mit 17 J. Verkehrsunfall. Densfraktur mit Luxation nach dorsal C1 / C2, ohne neurologische Ausfälle.

Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:		Rotation:
Pat. 1 :	103,0°	140°
Pat. 2 :	89,0°	145°
Pat. 3 :	------	155°
Normwerte	103,3°	154°



(Abb. 23)

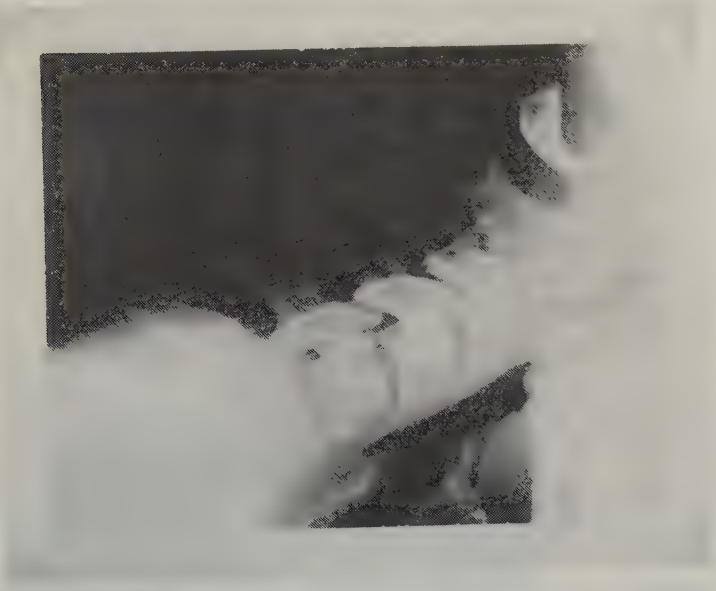
Röntgenaufnahmen zu Pat. 1 : H.R. m, 28 J.

Sportunfall mit Sturz auf den Kopf mit 22 Jahren.
Densfraktur mit Luxation um 9 mm nach dorsal im Bewegungssegment C1 / C2. Keine neurologischen Befunde.
Crutchfield-Extension ab dem Unfalltag über 51 Tage, anschließende Ruhigstellung mit weicher Halskrawatte über 7 Wochen.
Entlassung aus stationärer Behandlung nach 62 Tagen, mit vollständiger Reposition und stabiler Ausheilung der Luxationsfraktur.

1. Röntgenaufnahme vom Unfalltag

(Abb. 24)

2. Funktionsaufnahmen bei maximaler Flexion bzw. Reklination



(Abb. 25)

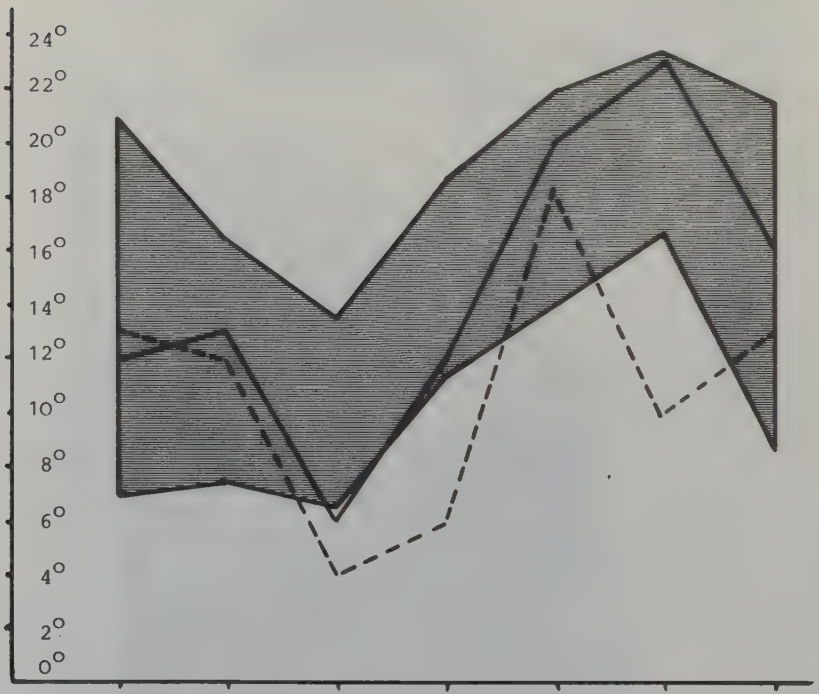
(Abb. 26)

3.2.4.1 E aa) Kombinierte Verletzungen der HWS

Pat. 1 : H.R. m, 39 J.. Mit 24 J. Verkehrsunfall. Bogen- und Kompressionsfraktur C5, Bogenfraktur C6, Querschnittlähmung ab C5.

Pat. 2 : C.G. m, 46 J.. Mit 39 J. Arbeitsunfall (Sturz über 3 m Höhe). Fraktur des Querfortsatzes C2, Bogenfraktur C3 mit Luxation C3 / C4, Bogenfraktur C5, C6 und C7. Brown-Sequard- Syndrom ab C5.

Gesamtbeweglichkeit in Flexion-Reklination:		Rotation:
——— Pat. 1 :	103,0°	145°
- - - - - - - Pat. 2 :	76,0°	145°
Normalwert :	103,3°	154°



(Abb. 27)

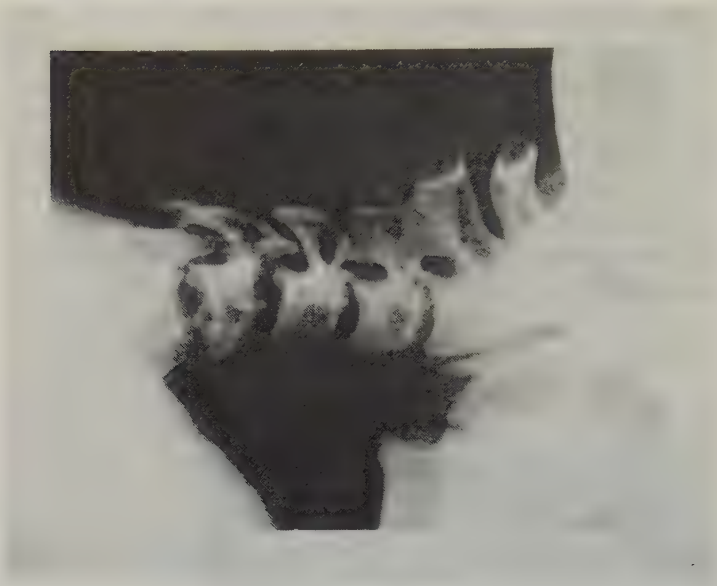
Röntgenaufnahmen zu Pat. 1 : H.R. m, 39 J.

Mit 24 Jahren Verkehrsunfall. Bogen- und Kompressionsfraktur C5, Bogenfraktur C6, Querschnittlähmung ab C5. Beginn der Crutchfield-Extensions-Behandlung am Unfalltag über 68 Tage mit 5 Kp. Anschließende Ruhigstellung mit weicher Halskrawatte über 2 Wochen.
Entlassung aus stationärer Behandlung inclusive Heilbehandlung für Querschnittgelähmte nach 557 Tagen.

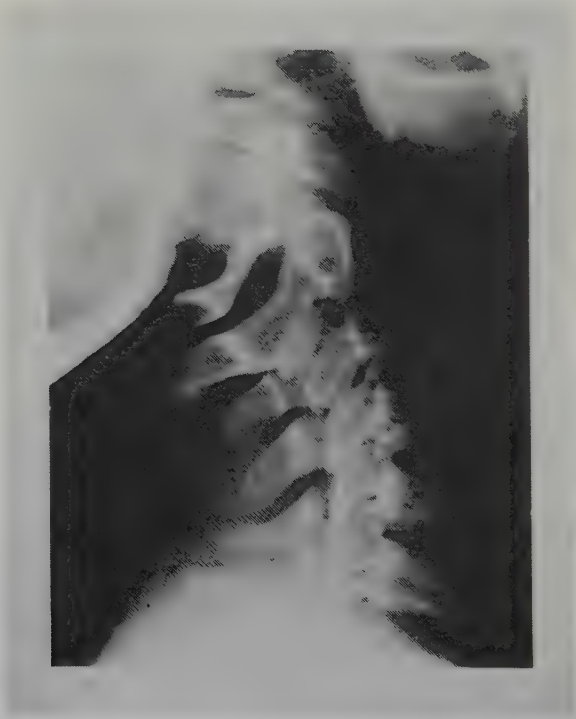
1. Röntgenaufnahme vom Unfalltag

(Abb. 28)

2. Funktionsaufnahme bei maximaler Flexion bzw. Reklination.



(Abb. 29)



(Abb. 30)

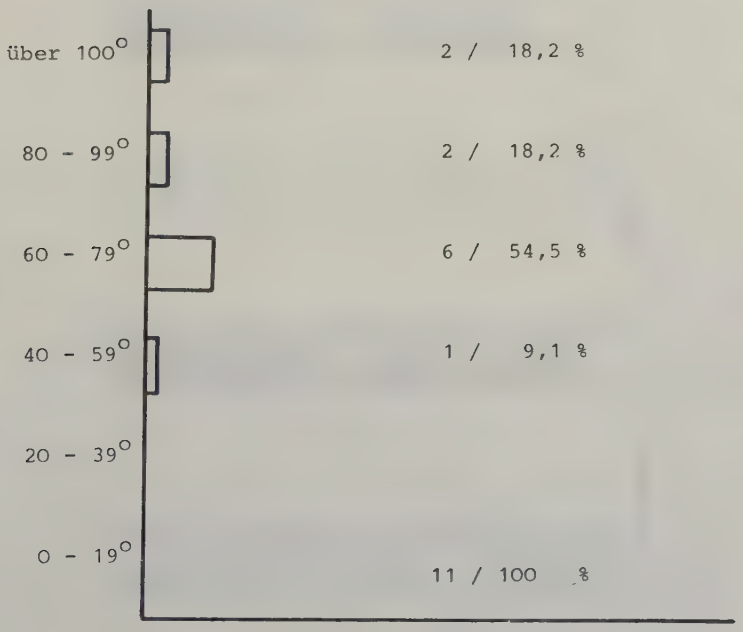
3.2.4.1 ba) Kombinierte Verletzungen

(Tabelle 30)

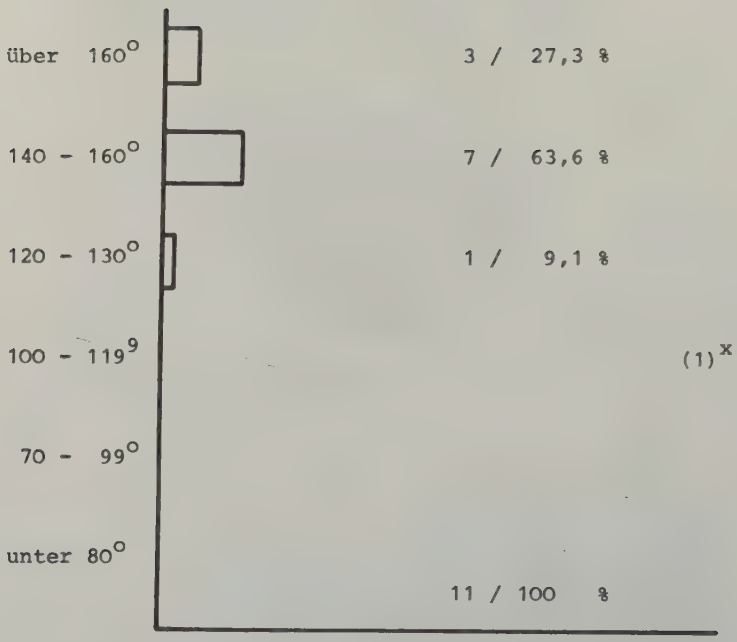
Gesamtbeweglichkeit bei Kombinierten Verletzungen

Flexion - Reklination

(Normalwert 103,3°)



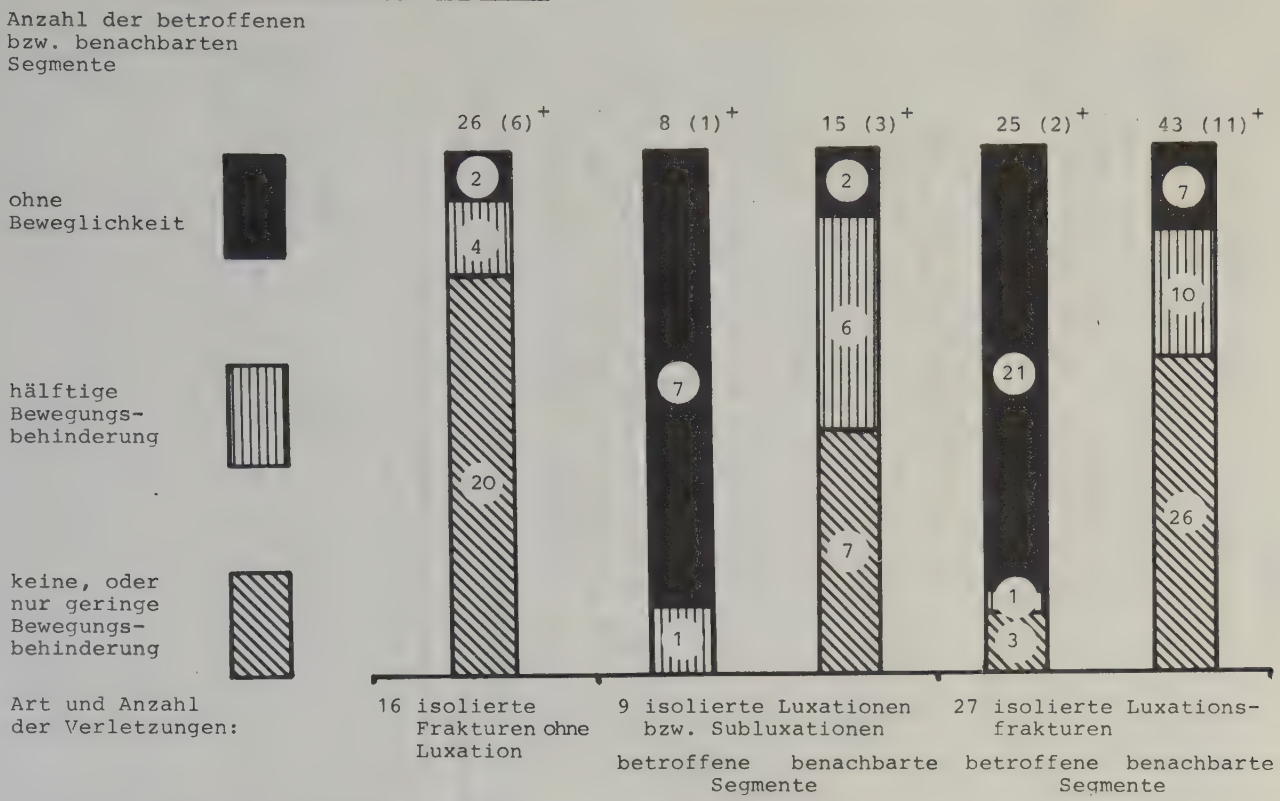
bb) Rotation (Normalwert 154°) (Tabelle 31)



zu den Abbildungen 27 - 30

x) Die in Klammern angegebenen Zahlen sind die Anzahl der Segmente C7 / Th1, die nicht vermessen wurden bzw. wie bei 3.2.2.16 beschriebene, nicht dargestellte Segmente.

3.2.4.1 F Vergleich der Beweglichkeiten aller beteiligten Segmente bei isolierten Frakturen ohne Luxation, isolierten Luxationen und isolierten Luxationsfrakturen.



+) Die in Klammern angegebenen Zahlen sind die Anzahl der Segmente C7/Th1, die nicht vermessen wurden, bzw. wie bei 3.2.2.16 beschriebene, nicht dargestellte Segmente.

IV Diskussion

Von den im Zeitraum 1971 bis 1978 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen behandelten 156 Patienten mit Halswirbelsäulenverletzungen stellten sich leider nur 1/3 für unsere Funktionsmessungen zur Verfügung. Eine größere Anzahl wäre bei der Vielfalt von Art und Ausmaß der Verletzungen wünschenswert gewesen, um durch größere Gruppen die Ergebnisaussagen zu erhärten.

Die Geschlechtsverteilung (Tabelle 2) der untersuchten Patienten (37,3 % Männer und 12,7 % Frauen) entspricht den Angaben von GELEHRTER und VITTALI (18) mit 84,3 % Männern und 15,7 % Frauen. Die auffällige Betonung des männlichen Geschlechts ist auf deren stärkere berufliche Exposition zurückzuführen. Das gilt auch für die gefundene Altersverteilung (Tabelle 3), die eine deutliche Bevorzugung der ersten vier Lebensjahrzehnte aufzeigt. 4/5 der Untersuchten sind jünger als 41 Jahre, gehören also einer Altersklasse an, in der körperlich besonders schwere, aber auch gefährliche Arbeiten verrichtet werden können. Auch dürfte die Risikobereitschaft in dieser Gruppe höher sein.

Ähnlich sind auch die Ergebnisse der Untersuchung über den Unfallhergang (Tabelle 4) zu werten. Etwa die Hälfte der im Rahmen dieser Untersuchung untersuchten Patienten erlitt die Halswirbelsäulenverletzung bei einem Verkehrsunfall. Noch deutlicher zeigen dies RAYNOR und KINGMAN (34), die einen Verkehrsunfall in 68,6 % als Ursache fanden. Dagegen kehren sich bei GELEHRTER und VITTALI (18) die Verhältnisse um: Die Hauptursache ist bei der Hälfte der Fälle ein Sturz auf den Kopf,während der Verkehrsunfall nur 18,1 % ausmacht.

	Raynor und Kingman (34)	Gelehrter und Vittali (18)	eigene Ergebnisse
Verkehrsunfall	68,6 %	18,1 %	50,9 %
Sturz auf den Kopf (Tauchunfall)	9,6 %	4,1 %	18,2 %
Sturz	10,8 %	49,7 %	25,5 %
andere	11,0 %	28,1 %	5,5 %

Eine weitere Differenzierung erlaubt die Aufgliederung nach dem Unfallort (Tabelle 5). Sie zeigt, daß in unseren Fällen nur etwa die Hälfte der Verkehrsunfälle (50,9 %) als Wegeunfälle (27,3 %) zu werten ist. Eine deutlich höhere Beteiligung fanden BLIKRA und RINGKJOB (4) mit 40,7 % sowie OTTO und LINDENBERG (29) mit 50%. Sicherlich lassen sich die Angaben in den Tabellen 4 und 5 nicht eindeutig vergleichen. Die großen Differenzen erklären sich auch aus verschiedenen Wertungen, denen unterschiedliche rechtliche Beurteilungen (z.B. Wertung eines Wegeunfalls und ähnliches) zugrunde liegen. In Klammer sei deshalb zum Vergleich nochmals in Tabelle 5 unser Ergebnis aus Tabelle 4 Unfallhergang(Verkehrsunfall zusätzlich eingefügt.

	Otto und Lindenberg (29)	Blikra und Ringkjob (4)	eigene Ergebnisse
Arbeitsplatz	19,4 %	16,7 %	32,7 %
Arbeitsweg (Straßenverkehr)	50,0 %	40,7 %	27,3 % (50,9 %)
Sport	16,7 %	22,2 %	12,7 %
Haushalt	13,9 %	20,4 %	1,8 %
andere			25,5 %

Die Untersuchung der Verletzungsarten (Tabelle 7) ergibt bei unseren Patienten ein ähnliches Verteilungsmuster wie es auch JAHNA und WITTICH (23) fanden. In ca. der Hälfte der Fälle entstehen bei dem Unfall isolierte Luxationsfrakturen, also eine gleichzeitige Verletzung von Skelett und Weichteilen. Die isolierten Frakturen machen in unserem Krankengut nur 16,4 %, jedoch bei JAHNA und WITTICH (23) 33,3 % aus.
Die isolierten Luxationen sind dagegen mit 12,7 % bei uns und mit 15,5 % bei JAHNA etwa gleich häufig. Der Rest ist anderen Kombinationen zuzurechnen, die sich beispielsweise in Serienfrakturen oder Serienluxationen oder beides darstellen.
Deutliche Unterschiede ergeben die Untersuchungen zur Häufigkeit von zusätzlichen neurologischen Befunden (Tabelle 8). Während GELEHRTER und VITTALI (18) bei 172 frischen Verletzungen der unteren 6 Halswirbel in 37,8 %, also in über 1/3 der Fälle neurologische Zusatzbefunde entdecken konnte, stieß dieser Anteil bei RAYNOR und KINGMAN (34) auf 47 % und bei JAHNA und WITTICH (23) auf 58 %. Den weitaus höchsten Anteil von Halswirbelsäulenverletzungen mit neurologischen Zusatzbefunden weisen unsere Untersuchungen nach. Die Erklärung dafür bietet die Abteilung für Querschnittgelähmte an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, da in diese Spezialabteilung besonders viele Halswirbelsäulenverletzungen mit neurologischen Ausfällen überwiesen werden. Darüber hinaus bestehen bei

ungefähr 50 % der Fälle weitere Begleitverletzungen (Tabelle 9), von denen ca. 1/3 den Schädel (Commotio) betreffen. Diese Befunde decken sich mit den Angaben von FELDMANN und GÄRTNER (14). Der hohe Anteil neurologischer Komplikationen,aber auch der hohe Anteil von Begleitverletzungen bestätigen die Angaben von FIELDING (15), HOHL (22) sowie SOUTHWICK und KEGGI (40), nach denen der hohe Beweglichkeitsgrad der Halswirbelsäule eine Abschwächung und ein Abfangen von Gewalteinwirkungen ermöglicht, durch die eine starre Struktur bereits zerstört würde. Es sind an der Halswirbelsäule erheblich stärkere Gewalteinwirkungen notwendig, um Knochen oder Weichteile zu schädigen.

Der Vergleich zwischen den Angaben anderer Untersucher über die Verletzungshöhe mit denen unserer Untersuchung ergab eine weitgehende Übereinstimmung (Tabelle18). Die Häufung der Verletzungen im Bereich des 2. Halswirbels und der unteren Halswirbelsäule deuten wiederum darauf hin, daß die benachbarten starren Elemente wie Kopf und Brustwirbelsäule eine weiche Abpufferung der Gewalteinwirkung verhindern. Während bei SATERNUS (38) die Luxationen auf alle Bewegungssegmente sich annähernd gleichmäßig verteilen, ergeben unsere Untersuchungen wiederum eine Häufung im unteren Halswirbelsäulenbereich (Tabelle19).

Verteilung der Verletzungshöhen bei Frakturen

	Jahna und Wittich (24)	Jonasch (25)	eigene Ergebnisse
Fraktur des 1. HWK	3,0 %	4,3 %	3,1 %
Fraktur des 2. HWK +	36,4 %	21,3 %	20,3 %
Fraktur des 3. HWK	4,2 %	0,9 %	4,7 %
Fraktur des 4. HWK	6,4 %	6,2 %	6,3 %
Fraktur des 5. HWK	17,8 %	22,7 %	28,1 %
Fraktur des 6. HWK	18,2 %	20,9 %	20,3 %
Fraktur des 7. HWK	9,7 %	23,7 %	17,2 %

+mit Densfrakturen

Verteilung der Verletzungshöhen bei Luxationen

	Saternus (38)	eigene Ergebnisse
C2 / C3	15,3 %	9,5 %
C3 / C4	19,6 %	4,8 %
C4 / C5	20,4 %	23,8 %
C5 / C6	21,8 % der Fälle.	26,2 %

Trotz umfangreicher Literaturstudien fanden wir keine Hinweise auf funktionelle Untersuchungen nach Halswirbelsäulenverletzungen. So können unsere Ergebnisse lediglich ohne Vergleich mit anderen Untersuchungen diskutiert werden.

Isolierte Frakturen der Halswirbelsäule hinterlassen im allgemeinen keine Einschränkung der unmittelbar benachbarten Bewegungssegmente. Bei den Kompressionsfrakturen und in

geringem Maße bei den Kantenabsprengungen entstehen zum Teil Bewegungseinbußen, die durch eine gelegentlich auftretende Gibbusbildung verursacht sind. Die Gesamtbeweglichkeit ist in sagittaler Richtung und bei der Rotation nur unwesentlich eingeschränkt, sofern man die altersbedingte physiologische Abnahme der Gesamtbeweglichkeit berücksichtigt. Die Ausheilung der Luxation dagegen erfolgt in allen Fällen mit einer Blockbildung der gegeneinander verschobenen Wirbel. Daraus resultiert ein vollständiger Bewegungsverlust dieses Halswirbelsäulensegmentes. Bei der Hälfte greift die Bewegungsbehinderung auch auf die benachbarten Bewegungssegmente über. Die Bewegungseinschränkung der einzelnen Segmente überträgt sich in vollem Ausmaß auf die Gesamtbeweglichkeit der Halswirbelsäule. Nur bei einigen, zumeist jungen Patienten gelingt eine Kompensation durch vermehrte Beweglichkeit der übrigen Segmente.

Die Luxationsfrakturen verhalten sich in ihren Bewegungseinbußen im allgemeinen wie die reinen Luxationen. Eine Ausnahme bilden nur die luxierten Densfrakturen, bei denen in allen Bewegungsebenen keine Einschränkung der Beweglichkeit des luxierten Segments festzustellen war. Nur in einem Fall entstand ein völliger Bewegungsverlust im benachbarten Segment.

Insgesamt zeigt sich demnach, daß isolierte knöcherne Verletzungen weder direkt, noch während der Ausheilung indirekt zu funktionellen Behinderungen der Bewegungssegmente führen. Erst die Verletzung von Bandscheibe und umgebenden Weichteilen verursacht eine Blockwirbelbildung und damit die funktionelle Einbuße eines Bewegungssegmentes, die sich bei älteren Patienten ohne Kompensationsmöglichkeit voll auf die Gesamtbeweglichkeit auswirkt und bei jüngeren Patienten durch vermehrte Bewegung in den benachbarten Segmenten kompensiert wird.

Die Behandlung von Halswirbelsäulenverletzungen kann wegen der verschiedenen Verletzungsarten nicht einheitlich sein. Sie hat sich allein nach Verletzungsart und Ausmaß zu richten. In der konservativen Behandlung von Halswirbelsäulenverletzungen hat sich übereinstimmend die Crutchfieldextension bewährt. PROBST (32) beläßt sie für 6-8 Wochen und REIMERS (35) für 5-7 Wochen. Weitere Differenzierungen werden nicht angegeben. Nach den in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen gewonnenen Erfahrungen sollte die Extensionsdauer bei Densfrakturen im allgemeinen 10-12 Wochen, bei Trümmerbrüchen 8-10 Wochen und bei Kompressionsfrakturen 6-8 Wochen betragen. Luxationen werden nach ihrer Reposition für 4 Wochen mit der Crutchfieldklammer ruhiggestellt. Letztlich bestimmen jedoch die ständigen Röntgenkontrollen Art und Dauer der Behandlung. Die Reposition von Luxationen oder Luxationsfrakturen gelang bei 23 % teilweise und bei 62 % vollständig. Insgesamt wurde demnach in 85 % eine Besserung der Verschiebung erreicht. Alle, auch die luxiert gebliebenen Bewegungssegmente heilten stabil aus.
In weitaus den meisten Fällen (40%) folgt der Crutchfieldextension eine Ruhigstellung mit starrer Halsorthese und seltener mit weicher Schanz'scher Krawatte. Nur ca. 1/5 der Patienten kam ohne eine weitere äußere Abstützung aus. Bei ihnen handelte es sich zumeist um Dornfortsatzfrakturen, die keiner besonderen Ruhigstellung bedürfen. Auch PROBST (32) hält eine feste Abstützung des Kopfes schon während des langsamen Aufrichtens im Bett für erforderlich. Sie sollte bei Querschnittgelähmten auch während der ersten Wochen im Rollstuhl belassen werden.

Unsere Untersuchungen weisen für die konservative Behandlung mit der Crutchfieldklammer bei reinen Frakturen der HWS deutliche Vorteile auf: bessere funktionelle Ergebnisse und dabei geringes Risiko. Bei Luxationen und Luxationsfrakturen sind operative Vorgehen nur indiziert bei instabilen

Verhältnissen, bei vergeblicher Reposition und bei aufsteigender neurologischer Symptomatik. Das operative Verfahren sollte sich dann jedoch alleine auf das verletzte Bewegungssegment beschränken, um nicht zusätzliche unnötige Funktionseinbußen zu verursachen. Eine erhebliche Einschränkung der Gesamtbeweglichkeit, die in keinem Verhältnis zur Liegedauer des konservativ behandelten Patienten steht, wäre die unausweichliche Folge. TSCHERNE und Mitarbeiter (41) stellen außerdem fest, daß die Risiken eines jeden operativen Eingriffes an der Wirbelsäule hoch sind, und man nur bei subtilster Operationstechnik von schweren Mißerfolgen verschont bleibe. Die Untersucher hatten bei 96 operativ versorgten Verletzungen der Halswirbelsäule in 1 Fall einen Weichteilinfekt an der Operationsstelle, 1 Infekt am Ort der Spanentnahme sowie 2 mal eine Instabilität der Wirbelsäule, die eine Reoperation notwendig machten, bei denen sich 1 inkomplette Querschnittlähmung zur kompletten verschlimmerte.

V. Zusammenfassung

1) 55 Fälle mit traumatischen Verletzungen der HWS, mit und ohne Rückenmarksbeteiligung, aus der Zeit von 1971 bis 1979, wurden im Hinblick auf ihre Funktion der HWS nachuntersucht.
Die Patienten sind ausschließlich konservativ durch Crutchfield-Klammer-Extension behandelt worden.

2) In allen Fällen der Luxationen sowie bei 85 % der Luxationsfrakturen entstand im betroffenen Bewegungssegment ein Wirbelblock, während die benachbarten Segmente in ihrer Beweglichkeit meist überhaupt nicht oder nur geringgradig eingeschränkt waren.
Die Gesamtbeweglichkeit bei Flexion-Reklination war in diesen Fällen überwiegend um das Maß des blockierten Segments eingeschränkt.

3) Reine Frakturen der Halswirbel hatten auf die Beweglichkeit grundsätzlich keinen Einfluß. Lediglich in einigen wenigen Fällen einer Kompressionsfraktur oder einer Kantenabsprengung wurden geringe Einbußen der freien Beweglichkeit der Halswirbelsäule beobachtet. Die Ausheilung erfolgte hier durch knöcherne Überbrückung des Bewegungssegmentes, so daß eine Mitverletzung der Bandscheiben angenommen werden muß.

4) Auf Grund der ausgezeichneten funktionellen Ergebnisse, sowie der in allen Fällen erreichten vollständigen Stabilität in den verletzten Segmenten der Halswirbelsäule, ist die konservative Behandlung mit Crutchfield-Klammer den bisher ausgeübten Operationsmethoden mit Bewegungsverlust über zwei oder noch mehr Segmente vorzuziehen.

VI. Literaturverzeichnis

1 Bailey, R. : Stabilisation of the cervical spine by anterior fusion. J. Bone Jt. Burg. 42 A (1940) 565-594; 624

2 Bakke, S.W. : Röntgenologische Beobachtungen über die Beweglichkeit der Wirbelsäule. Acta radiol. (Stockholm) 1931, 13

3 Bilow, H. : Behandlung der frischen HWS-Verletzungen in den ersten 6 Monaten. Hefte zur Unfallheilkunde, Heft 132 (1978)

4 Blikra, G., Ringkjob, R. : Fractura columna med lesjon av medulla spinalis. Närdisk Medicin 81 (1969) 2o7-210

5 Böhler, J. : Verletzungen der Halswirbelsäule. Beilage Z. Orthop. 93 (1960 a) 314

6 Böhler, J. : Operative Versteifung der HWS vom vorderen Zugang. Verh. dtsch. Orthop. Ges. 93 382 (1960)

7 Brocher, J.E.W. : Die Okzipito-Zervikal-Gegend. Thieme Stgt. (1955)

8 Buetti-Bäuml, D. : Funktionelle Röntgendiagnose der Halswirbelsäule. Thieme Stgt.(1954)

9 Cloward, R.B. : Verletzungen der HWS und ihre Behandlung durch die Versteifung der Wirbelsäule. Verh. dtsch. Ortho. Ges. 50 200 (1963)

10 Colachis, S.C. and Strohm, B.R. : Radiographic studies of cervical spine motion in normal subjects: Flexion and hyperextension. Arch. phys. Med. 46 (1965) 753

11 Cook, J.B. : The relationship of spinal cord damage to cervical injury. Proc. roy. Soc. Med. 52 (1959) 799

12 Crutchfield, W.G. : Skeletal traction in treatment of injuries to the cervical spine. J. amer. med. Ass. 155 (1954) 29

13 Durbin, F.C. : Fracture - dislocations of the cervical spine. J. Bone Jt. Surg. 39 B (1957) 23

14 Feldmann, H. und Gärtner, F. : Diagnostik und Therapie der Halswirbelsäulenverletzungen mit und ohne Beteiligung des Rückenmarks. Med. und Sport XVIII (1978), H. 9

15 Fielding, J.W. : Normal and selected abnormal motion of the cervical spine from the second cervical vertebra to the seventh vertebra based on cineroentgenography. J. Bone Jt. Surg. 46 A (1964) 1779

16 Forsyth, H.F.;Alexander, E.; Davis, C. and Underal, R. : The advantages of early spine fusion in the treatment of fracture-dislocation of cervical spine. J. Bone Jt. Surg. 41 A (1959) 17

17 Galibert, P. : Une méthode de traitement des luxations du rachis cervical compliqués de lésions médullaires on radiculaires. Lille chir. 17 (1962) 172

18 Gelehrter, G. und Vittali, H.-P. :
Verletzungsformen der Halswirbelsäule mit Ausnahme der Kopfgelenke. Archiv für orthop. und Unfallchirurgie. 52, (1960) 287-310

19 Gelehrter, G. und Fritz, G. :
Behandlung der HWS-Verletzungen mittels bewegungsstabiler Spondylodese mit H-Platte. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 92 (1978) 83-87

20 Gomez-Gonzáles,J.; Casabuenas, L. :
Fractures of the odontoid process. Proc. Third. Internat. Congr. Neurol. Surgery, Internat. Congr. Series No. 110, Hrsg.: A.C. De Vet, W.F.C. Kennedy, P. J. Vinken, Excerpta Medica Foundation, Amsterdam (1966)

21 Hardy, A.G. und Rossier, A.B.:
Spezielle Frakturen- und Luxationslehre. Hrsg. H. Nigst, Basel, Thieme Stgt.

22 Hohl, M.: Normal motions in the upper portion of the cervical spine. J. Bone Jt. Surg. 46 A (1964) 1777

23 Jahna, H.und Wittich, H. :
Erfahrungen mit der Behandlung von 145 Halswirbelverletzungen und Verrenkungsbrüchen. Symposium der österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie, Wien 3. 6. 1966

24 Jahna, H. und Wittich, H. :
Was kann man mit der konservativen Behandlung der Halswirbelfrakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen erreichen? Hefte zur Unfallheilkunde, H. 108 (1967)

25 Jonasch, E. : Brüche der Wirbelsäule. Spezielle Frakturen- und Luxationslehre. Hrsg. H. Nigst, Basel, Thieme Stgt.

26 Matzen, P. : Wirbelluxationen und ihre Behandlung. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93 (1960) 383

27 Mixter, S.J. and Osgood, R.B. : Traumatic lesions of the atlas and axis. Ann. Surg. 51 (1910) 219

28 Munro, D. : The factor that govern the stability of the spine. Int. J. Paraplegia 3 (1966) 219

29 Otto, K. und Lindenberg, D. : Behandlungsergebnisse bei Frakturen und Luxationen der Halswirbelsäule. Monatsschrift Unfallheilkunde 71 (1968)

30 Paillas, J.-E. et Sedan, R. : Fractures et luxations du rachis cervical. J. Chir. (Paris) 77 (1959) 50

31 Penning, L. : Normale Bewegungen der Halswirbelsäule. Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Hippokrates-Verlag Stgt. H. 62 (1976)

32 Probst, J. : Therapie der frischen HWS- und Rückenmarksverletzung - konservative Behandlung. Hefte Unfallheilkunde 132 (1978)

33 Ramadier, J.O. et Bombart, M. : Fractures et luxation du rachis cervical sans lésion medullaire. Rev. chir. orthop. 49 (1963) 741

34 Raynor R.B. and Kingman, A.F. : Cervical spine injuries. J. Trauma 8, (1968) 597 - 604

35 Reimers, C. : Erfahrungen zur chirurgischen Extensionsbehandlung bei Halswirbelluxationen. Langenbecks Arch. Klin. Cir. Bd. 292 (Kongressbericht) (1959) 525

36 Rogers, W.A. : Fractures and dislocations of the cervical spine. An-end-result study. J. Bone Jt. Surg. 39 A (1975) 341

37 Rohen, J.W. : Funktionelle Anatomie des Menschen. 3. Auflage Schattauer Stgt. (1977)

38 Saternus, K.-S.: Die Verletzungen von HWS und Halswirbelweichteilen. Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Hippokrates-Verlag Stgt. (1979)

39 Sêze, S. de : Zitiert nach Lewit, K. und Krausová, L. "Messungen der Vor- und Rückbeuge in den Kopfgelenken". Röfo 99,4 (1963) 538-543

40 Southwick, W.O. and Keggi, K.: The normal cervical spine. Surg. Clin. N. Amer. 41 (1961) 1661

41 Tscherne, H.; Muhr. G. und op den Winkel R.: Frakturen und Luxationen der HWS -Operative Behandlung und Ergebnisse. Hefte zur Unfallheilkunde 149 (1980) 89-94

42 Walchshofer, E.: Beitrag zur Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen. Zbl. Chir. 75 (1950) 703-708.

43 Waldeyer, A.: Anatomie des Menschen. I. Bd. 13. Auflage, de Gruyter, Berlin (1976)

44 Walshe, F.M.R. and Roos, J. :
The clinical picture of minor cord lesions in association with injuries of the cervical spine: with spezial reference to the diagnostic and localizing value of the tendon reflexes of the arm.
Brain 59 (1936) 277

45 Werne,S. :
Studies in spontaneos atlas dislocations
Acta orthop. scand. Suppl.
(1957) 23.

Lebenslauf

Am 29. November 1951 wurde ich, Norbert Bommer, als Sohn des Bäckermeisters Friedrich Bommer und seiner Ehefrau Elfriede, geb. Talmon-Gros, in Leonberg geboren.

Ab Frühjahr 1958 besuchte ich die Volksschule Leonberg und von Mai 1962 das Albert-Schweitzer-Gymnasium Leonberg. Im August 1968 wechselte ich auf das Dillmann-Gymnasium Stuttgart, wo ich am 18. Juli 1970 mein Abitur im naturwissenschaftlichen Zweig ablegte.

Im Wintersemester 1970/71 begann ich das Studium der Chemie/Biochemie an der Universität Tübingen, in dem ich bis zum Wintersemester 1972/73 immatrikuliert war.

Vom Oktober 1972 bis April 1977 war ich als Krankenpflegehelfer an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen tätig.

Am 31. März 1978 schloß ich mit Monika Bommer, geb. Ihm, die Ehe.

Zum Wintersemester 1976/77 erhielt ich meine Zulassung zum Studium der Humanmedizin an der Universität Tübingen, an der ich am 22. Oktober 1982, nach dem Praktischen Jahr im Kreiskrankenhaus Böblingen, den 3. Teil der ärztlichen Prüfung ablegte.

Seit Januar 1983 leiste ich als Stabsarzt bei der Bundeswehr meinen Grundwehrdienst ab.

Druck Köhler Tübingen